



แผนการจัดการเรียนรู้
รายวิชาเคมีเพิ่มเติม
รหัส รายวิชา ว๓๐๒๒๓

ภาคเรียนที่ ๑
หน่วยการเรียนรู้
เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยา
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๕

โดย

นางสิริการณ์ รุ่งศรี

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

นางสิริการณ์ รุ่งศรี

โรงเรียนสตรีศึกษา
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา ร้อยเอ็ด

คำอธิบายรายวิชา

รายวิชา เคมี ๓

รหัสวิชา ว ๓๐๒๒๓

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เวลา ๓ ชั่วโมง/สัปดาห์

ภาคเรียนที่ 1

เวลา ๖๐ ชั่วโมง/ภาคเรียน

จำนวน ๑.๕ หน่วยกิต

.....

ศึกษา สืบค้นข้อมูล วิเคราะห์ อภิปรายและอธิบายเกี่ยวกับความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตร ความดันตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของ เกย์-ลูสแซก การคำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิ ของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส การคำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมล หรือมวลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ การคำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน การแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส การคำนวณและเปรียบเทียบอัตรา การแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม การประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม ทดลองและเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา การคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟ การเขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตรา ผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี อัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม ความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสาร อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ การคำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา การคำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล การคำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน ปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ สมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการใน ทดลอง การนำเสนอ การทำนาย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

ผลการเรียนรู้

๑. อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตรความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก
๒. คำนวณปริมาตร ความดัน หรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่าง ๆ ตามกฎรวมแก๊ส
๓. คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมลหรือมวลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ
๔. คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน
๕. อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของแก๊สโดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม
๖. สืบค้นข้อมูล นำเสนอตัวอย่าง และอธิบายการประยุกต์ใช้ความรู้เกี่ยวกับสมบัติและกฎต่าง ๆ ของแก๊สในการอธิบายปรากฏการณ์ หรือแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันและในอุตสาหกรรม
๗. ทดลอง และเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา
๘. คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา
๙. เขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
๑๐. ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
๑๑. เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยา
๑๒. ยกตัวอย่าง และอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม
๑๓. ทดสอบ และอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล
๑๔. อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า และอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ เมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุล
๑๕. คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา
๑๖. คำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล
๑๗. คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลายขั้นตอน
๑๘. ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุลของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอร์
๑๙. ยกตัวอย่าง และอธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการในอุตสาหกรรม

รายละเอียดการวัดและประเมินผลผลการเรียนรู้รายวิชาเคมี ม.5 ว 30223

ข้อ	ผลการเรียนรู้	คะแนนจุด ประสงค์ ก่อนกลาง ภาค	คะแนน สอบ กลาง ภาค	คะแนน จุดประสงค์หลัง กลางภาค	คะแนน ปลาย ภาค
๑.	อธิบายความสัมพันธ์และคำนวณปริมาตรความดันหรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่างๆตามกฎของบอยล์ กฎของชาร์ล กฎของเกย์-ลูสแซก	3	3	-	-
๒.	คำนวณปริมาตร ความดันหรืออุณหภูมิของแก๊สที่ภาวะต่างๆ ตามกฎรวมแก๊ส	2	2	-	-
๓.	คำนวณปริมาตร ความดัน อุณหภูมิ จำนวนโมลหรือมวลของแก๊ส จากความสัมพันธ์ตามกฎของอาโวกาโดร และกฎแก๊สอุดมคติ	4	3	-	-
๔.	คำนวณความดันย่อยหรือจำนวนโมลของแก๊สในแก๊สผสม โดยใช้กฎความดันย่อยของดอลตัน	2	2	-	-
๕.	อธิบายการแพร่ของแก๊สโดยใช้ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส คำนวณและเปรียบเทียบอัตราการแพร่ของแก๊ส โดยใช้กฎการแพร่ผ่านของเกรแฮม	2	3	-	-
๖.	ทดลอง และเขียนกราฟการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของสารที่ทำการวัดในปฏิกิริยา	2	2	-	-
๗.	คำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และเขียนกราฟการลดลงหรือเพิ่มขึ้นของสารที่ไม่ได้วัดในปฏิกิริยา	3	3	-	-
๘.	เขียนแผนภาพ และอธิบายทิศทางการชนกันของอนุภาคและพลังงานที่ส่งผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	2	2	-	-
๙.	ทดลอง และอธิบายผลของความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิ และตัวเร่งปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี	0	-	2	2
๑๐.	เปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้นอุณหภูมิและตัวเร่งปฏิกิริยา	0	-	2	2
๑๑.	ยกตัวอย่างและอธิบายปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิด ปฏิกิริยาเคมีในชีวิตประจำวันหรืออุตสาหกรรม	-	-	2	2
๑๒.	ทดสอบ และอธิบายความหมายของปฏิกิริยาผันกลับได้และภาวะสมดุล	-	-	2	3
๑๓.	อธิบายการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารอัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าและอัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับเมื่อเริ่มปฏิกิริยาจนกระทั่งระบบอยู่ในภาวะสมดุล	-	-	2	3

	ผลการเรียนรู้	คะแนนจุด ประสงค์ ก่อนกลาง ภาค	คะแนน สอบ กลาง ภาค	คะแนน จุดประสงค์ หลังกลาง ภาค	คะแนน ปลาย ภาค
๑๔.	คำนวณค่าคงที่สมดุลของปฏิกิริยา	-	-	2	3
๑๕.	คำนวณความเข้มข้นของสารที่ภาวะสมดุล	-	-	2	2
๑๖.	คำนวณค่าคงที่สมดุลหรือความเข้มข้นของปฏิกิริยาหลาย ขั้นตอน	-	-	2	3
๑๗.	ระบุปัจจัยที่มีผลต่อภาวะสมดุลและค่าคงที่สมดุลของระบบ รวมทั้งคาดคะเนการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อภาวะสมดุล ของระบบถูกรบกวน โดยใช้หลักของเลอชาเตอลิเอร์	-	-	2	4
๑๘.	ยกตัวอย่าง และอธิบายสมดุลเคมีของกระบวนการที่เกิดขึ้น ในสิ่งมีชีวิต ปรากฏการณ์ในธรรมชาติและกระบวนการใน อุตสาหกรรม	-	-	2	2
๑๙.	คุณลักษณะ	-	-	10	-
รวม		20	20	30	30

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชาเคมี	รหัสวิชา ว30223	กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
โรงเรียนสตรีศึกษา	ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1
สาระที่ 3 เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี และพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา		

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.4-6 สำรวจ ตรวจสอบ อภิปรายและอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การนำความรู้เกี่ยวกับการควบคุมอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

1.สาระสำคัญ

แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถใช้ทฤษฎีอธิบายได้ 2 ทฤษฎี 1.ทฤษฎีการชน 2.ทฤษฎีสารเชิงซ้อนกัมมันต์

1. ทฤษฎีการชน (Collision Theory)

"ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นมีการเคลื่อนที่ มาชนกัน" แต่การชนก็ไม่ได้เกิดทุกครั้ง ดังนั้นยิ่งชนมาก โอกาสที่จะเกิดปฏิกิริยาเคมีก็จะมากขึ้นด้วย อาศัยปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย คือ

ทิศทาง นั่นก็คือ จะต้องมีการชนที่ถูกต้อง และ**พลังงาน** นั่นก็คือ ต้องมีพลังงานเพียงพอในการชน

2. ทฤษฎีสารเชิงซ้อนกัมมันต์ (Activated Complex Theory) หรือ ทฤษฎีสารเชิงซ้อนที่ถูกกระตุ้น หรือ ทฤษฎีสถานะทรานซิชัน (Transition State Theory)

เป็นทฤษฎีที่ช่วยขยายความของทฤษฎีการชน "หลังจากเกิดการชนจนมีพลังงานมากพอแล้ว จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงบางอย่างที่พันธะ โดยพันธะเดิมจะยืดออกขณะเดียวกันจะเกิดพันธะใหม่อีกพันธะหนึ่ง เกิดเป็นสารเชิงซ้อนเรียกว่า **สารเชิงซ้อนกัมมันต์**" สารนี้ไม่ใช่ทั้งสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ ไม่เสถียร จึงทำให้เปลี่ยนไปเป็นสารผลิตภัณฑ์ เมื่อมีพลังงานมากพอ หรือกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้ เรียกสถานะนี้ว่า สถานะทรานซิชัน (สถานะที่เกิดการเปลี่ยนแปลง)

2.ผลการเรียนรู้

- ใช้ทฤษฎีจลน์และทฤษฎีการชนกันของอนุภาคอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
- ใช้ข้อมูลจากกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมีเพื่อบอกว่าเป็นปฏิกิริยาคูดหรือคายพลังงานได้

3.จุดประสงค์การเรียนรู้

- อธิบายการเกิดปฏิกิริยาโดยทฤษฎีจลน์ การชนกันของอนุภาค และการเกิดสารเชิงซ้อนกัมมันต์ได้
- ระบุปัจจัยที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีได้

3. บอกความหมายพลังงานก่อกัมมันต์ และทำนายความง่ายของการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยพิจารณาจากค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานั้นๆ ได้

4. แปลความหมายของกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาและระบุได้ว่าเป็นปฏิกิริยาประเภทดูดพลังงานหรือคายพลังงานได้

5 หาค่าพลังงานที่ดูดกลืน พลังงานที่คายออก และพลังงานรวมของปฏิกิริยาจากกราฟได้

4.สาระการเรียนรู้

- ทฤษฎีการชนกันของก๊าส
- พลังงานก่อกัมมันต์ (Activation energy)
- ทิศทางการชนกันของโมเลกุล
- พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา
- พลังงานก่อกัมมันต์(E_a) กับอัตราการเกิดปฏิกิริยา

5.ภาระงาน/ชิ้นงาน/หลักฐานการเรียนรู้

- 1.ใบความรู้
- 2.แบบฝึกหัด

6.กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครูและนักเรียนร่วมกันทบทวนความหมายของการเกิดปฏิกิริยาเคมีและสมการที่ใช้ในการคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ที่ได้เรียนผ่านมาในชั่วโมงที่แล้ว
2. ครูทบทวนเรื่องพลังงานกับการสลายพันธะและการสร้างพันธะ

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูนำอภิปรายเรื่อง ทฤษฎีจลน์ของแก๊ส ทฤษฎีการชนกันของอนุภาค-โมเลกุล และทฤษฎีสารเชิงซ้อนกัมมันต์ แล้วอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีตามรายละเอียดในใบความรู้ที่ 2 เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า การเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับปัจจัยต่อไปนี้
 - อนุภาคของสารตั้งต้นต้องชนกัน
 - อนุภาคของสารที่ชนกันต้องจัดตัวในทิศทางที่เหมาะสม
 - อนุภาคของสารที่ชนกันแล้วต้องมีพลังงานที่เกิดจากการชนเท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานั้น
2. ครูทบทวนเรื่องการเกิดปฏิกิริยาเคมีซึ่งต้องมีพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้อง คือ การดูดกลืนพลังงานเข้าไปเพื่อสลายพันธะในสารตั้งต้น และคายออกมาเมื่อสร้างพันธะเกิดเป็นผลิตภัณฑ์
3. ครูใช้กราฟที่ 4-7 ในใบความรู้ที่ 2 ประกอบการอภิปรายเกี่ยวกับ พลังงานที่สารตั้งต้นดูดกลืนเข้าไป พลังงานที่คายออกมาเมื่อเกิดเป็นผลิตภัณฑ์ พลังงานก่อกัมมันต์ ผลต่างระหว่างพลังงานที่สารตั้งต้นดูดกลืนกับที่ผลิตภัณฑ์คายออก เพื่อให้สรุปได้ว่าปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาประเภทคายพลังงานหรือดูดพลังงาน
4. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี และพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

3. ขั้นลงข้อสรุป

1. ครูให้นักเรียนสรุปความคิดรวบยอดในเนื้อหา เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี และพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา และส่งท้ายชั่วโมง
2. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาความรู้ เรื่อง ปฏิกิริยาที่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี ความเข้มข้นของสาร ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

7.สื่อการเรียนการสอนและแหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี และพลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยา
2. หนังสือเรียนวิชาเคมี 3 ของ สสวท.

8.การวัดผลประเมินผล

การวัดผลประเมินผล ด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความ เข้าใจ	การเขียนสรุปความคิดรวบ ยอด	แบบสรุปความคิดรวบ ยอด	1. ทำได้ครบถ้วน ถูกต้อง 70 % ขึ้นไป
2. ด้านทักษะ กระบวนการ	-	-	-
3. ด้านคุณลักษณะที่พึง ประสงค์	การสังเกตพฤติกรรมความ สนใจ และตั้งใจเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรม ความสนใจและตั้งใจ เรียน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป

บันทึกหลังสอน
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1

1. ผลการเรียนรู้

- ☒ สอนได้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ มีจุดประสงค์ K P A
☒ มีการบูรณาการ คุณธรรม / การต้านการทุจริต / หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
☐ สอนไม่ได้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เนื่องจาก

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน

- ☒ จำนวนนักเรียนที่ผ่านการประเมิน101..... คน คิดเป็นร้อยละ100.....
☐ จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน คน คิดเป็นร้อยละ
☐ อื่น ๆ

3. ปัญหาและอุปสรรค

- ☐ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ไม่เหมาะสมกับเวลา
☒ มีนักเรียนทำใบงาน/ใบกิจกรรมไม่ทันตามกำหนดเวลา
☐ มีนักเรียนที่ไม่สนใจเรียน
☐ อื่น ๆ

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

- ☐ ควรนำแผนไปปรับปรุง

เรื่อง

- ☐ แนวทางแก้ไขนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน/ไม่สนใจ

เรียน

- ☐ ไม่มีข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ ผู้บันทึก
(นางสิริการณ์ รุ่งศรี)
ครูผู้สอน

บันทึกหลังการสอน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ ได้รับการพิจารณาจากหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้และฝ่ายวิชาการ แล้ว

ลงชื่อ



(นางธนพร สนามพล)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

ลงชื่อ



(นายจกवाल เจริญทอง)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

สาระการเรียนรู้เคมีเพิ่มเติม	ใบความรู้	ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
รหัสวิชา ว30223	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1
เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี		

แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีสามารถใช้ทฤษฎีอธิบายได้ 2 ทฤษฎี

1.ทฤษฎีการชน

2.ทฤษฎีสารเชิงซ้อนกัมมันต์

1. ทฤษฎีการชน (Collision Theory)

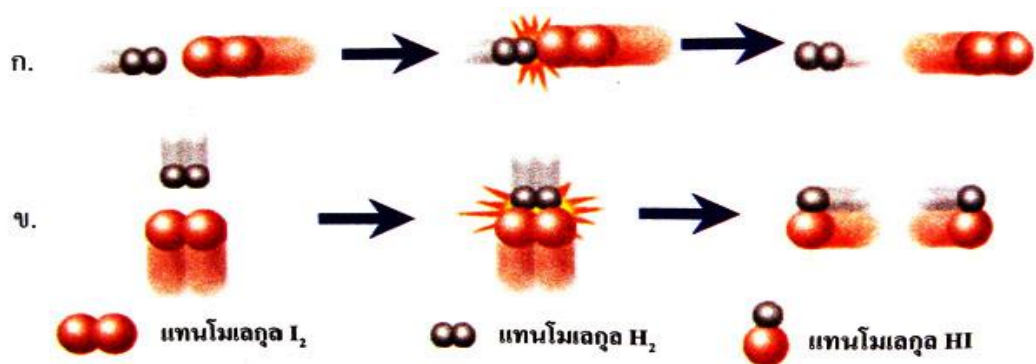


"ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นมีการเคลื่อนที่ มาชนกัน" แต่การชนก็ไม่ได้เกิดทุกครั้ง ดังนั้นยิ่งชนมาก โอกาสที่จะเกิดปฏิกิริยาเคมีก็จะมากขึ้นด้วย อาศัยปัจจัยหลัก 2 ปัจจัย คือ **ทิศทาง** นั่นก็คือ จะต้องมิติศทางการชนที่ถูกต้อง และ**พลังงาน** นั่นก็คือ ต้องมีพลังงานเพียงพอในการชน

2. ทฤษฎีสารเชิงซ้อนกัมมันต์ (Activated Complex Theory) หรือ ทฤษฎีสารเชิงซ้อนที่ถูกกระตุ้น หรือทฤษฎีสถานะทรานซิชัน (Transition State Theory)

เป็นทฤษฎีที่ช่วยขยายความของทฤษฎีการชน "หลังจากเกิดการชนจนมีพลังงานมากพอแล้ว จะต้องมีการเปลี่ยนแปลงบางอย่างที่พันธะ โดยพันธะเดิมจะยืดออกขณะเดียวกันจะเกิดพันธะใหม่อีกพันธะหนึ่ง เกิดเป็นสารเชิงซ้อนเรียกว่า **สารเชิงซ้อนกัมมันต์**" สารนี้ไม่ใช่ทั้งสารตั้งต้นและสารผลิตภัณฑ์ ไม่เสถียร จึงทำให้เปลี่ยนไปเป็นสารผลิตภัณฑ์ เมื่อมีพลังงานมากพอ หรือกลับมาเป็นสารตั้งต้นได้ เรียกสถานะนี้ว่า สถานะทรานซิชัน (สถานะที่เกิดการเปลี่ยนแปลง)

♥♥ ปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไอโอดีน ดังสมการ $\text{H}_2 (\text{g}) + \text{I}_2 (\text{g}) \rightarrow 2\text{HI} (\text{g})$ การที่จะได้แก๊สไฮโดรเจนไอโอดีนเกิดขึ้น โมเลกุลของแก๊สไฮโดรเจนกับแก๊สไอโอดีนจะต้องมีการชนกันและอาจจัดตัวขณะชนกันได้ดังรูป (หน้า 15)



รูปแสดงการจัดเรียงโมเลกุลของ H_2 และ I_2 ขณะชนกัน

- การชนกันแบบมีโอกาที่จะเกิดปฏิกิริยาเคมีได้มากกว่า เพราะว่าเหตุใด

จากข้อมูลที่เราได้มาแล้วช่วยให้สรุปได้ว่า ปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นได้เมื่ออนุภาคของสารตั้งต้นชนกันในทิศทางที่เหมาะสม รวมทั้งต้องมีพลังงานที่เกิดจากการชนกันอย่างน้อยที่สุดปริมาณหนึ่งซึ่งเท่ากับ พลังงานก่อกัมมันต์ ใช้สัญลักษณ์ย่อเป็น E_a

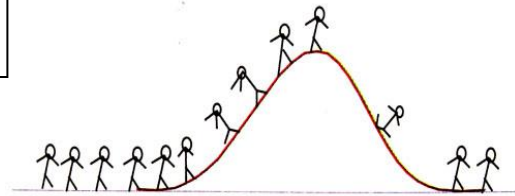
 **พลังงานก่อกัมมันต์ (Activation energy)** หรือ (พลังงานกระตุ้น) ย่อว่า E_a คือ พลังงานจำนวนน้อยที่สุดที่เกิดจากการชนของอนุภาคของสารตั้งต้นแล้วทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี ใช้หน่วยเป็น kJ/mol หรือ kcal/mol

พลังงานก่อกัมมันต์ เป็นค่าที่คำนวณจากผลการทดลองซึ่งในแต่ละปฏิกิริยาจะมีค่าพลังงานก่อกัมมันต์ไม่เท่ากันโดยปกติโมเลกุลที่มีพลังงานเท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์มีจำนวนน้อยมาก เพื่อให้เข้าใจดีขึ้นจึงอาจเปรียบเทียบการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับการเดินทางข้ามภูเขาต่งรูป

***ความสูงของภูเขาเทียบกับ E_a



จากรูป



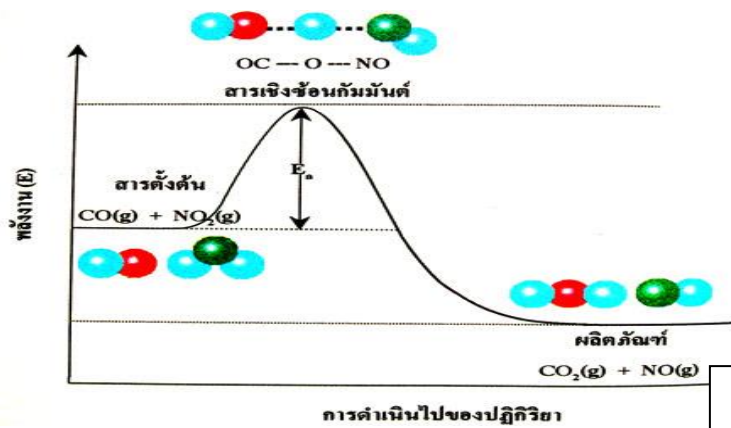
1. คนที่จะเดินข้ามภูเขาได้ต้องมีลักษณะอย่างไร.....
2. ความสูงของภูเขาสูงกับภูเขาต่ำอย่างใดคนจะเดินข้ามได้ง่ายกว่ากัน.....
3. จำนวนคนที่จะเดินข้ามภูเขาได้ภายในเวลาที่กำหนด ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบที่สำคัญอะไรบ้าง.....

♣ ♣ ถ้าอุปมาอุปไมยจำนวนคนที่แข็งแรงหรือมีพลังงานสูง กับ จำนวนอนุภาคที่มีพลังงานสูง และความสูงของภูเขา กับ ค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยานั้น

4. ปฏิกิริยาเคมีบางชนิดเกิดขึ้นช้าเพราะเหตุใด.....

2. ทฤษฎีแอคติเวเตดคอมเพลกซ์หรือทฤษฎีสถานะทรานซิชัน (The Activated Complex Theory or The Transition State Theory) เป็นทฤษฎีที่ดัดแปลงมาจากทฤษฎีการชน

สำหรับการอธิบายการเกิดปฏิกิริยาเคมีอีกแนวคิดหนึ่งอธิบายว่า เมื่อสารเข้าทำปฏิกิริยากันจะมีสารใหม่เกิดขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์ และในระหว่างที่สารตั้งต้นเปลี่ยนเป็นผลิตภัณฑ์นั้น จะมีสารเชิงซ้อนกัมมันต์เกิดขึ้นก่อนเพียงชั่วขณะแล้วสารเชิงซ้อนกัมมันต์ก็สลายให้ผลิตภัณฑ์ต่อไป เช่น ปฏิกิริยาระหว่างแก๊ส CO กับ NO_2 เกิดเป็นแก๊ส CO_2 และ NO ซึ่งอาจเขียนแผนภาพ



สารเชิงซ้อนกัมมันต์อยู่ในสถานะที่ไม่เสถียรเพราะมีพลังงานสูงมาก สถานะดังกล่าวนี้เรียกว่า **สถานะแทรนซิชัน** จึงอาจกล่าวได้ว่า พลังงานของสถานะแทรนซิชันจะมีค่าประมาณพลังงานก่อกัมมันต์นั่นเอง ทั้งนี้เพราะการที่ปฏิกิริยาเคมีจะเกิดขึ้นได้อนุภาคของสารที่ชนกันจะต้องมีพลังงานอย่างน้อยที่สุดเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์

ลักษณะสำคัญของพลังงานก่อกัมมันต์

1. พลังงานกระตุ้น หมายถึง พลังงานอย่างต่ำที่โมเลกุลของสารตั้งต้นจะต้องมี จึงจะเกิดปฏิกิริยาได้
2. ปฏิกิริยาเคมีที่ต่างชนิดกัน พลังงานก่อกัมมันต์ต่างกัน
3. ปฏิกิริยาที่มีพลังงานก่อกัมมันต์ต่ำ ปฏิกิริยาจะเกิดง่ายหรือเร็วกว่าปฏิกิริยาที่มีพลังงานก่อกัมมันต์สูง
4. พลังงานก่อกัมมันต์ไม่เกี่ยวข้องกับพลังงานของปฏิกิริยา และปริมาณผลิตภัณฑ์ว่าจะมากหรือน้อย

พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาเคมี



❖❖❖ การเกิดปฏิกิริยาเคมีจะมีพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้อง ในการเกิดปฏิกิริยาของสารแต่ละปฏิกิริยานั้น ต้องมีพลังงานเข้ามาเกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี 2 ขั้นตอน ดังนี้

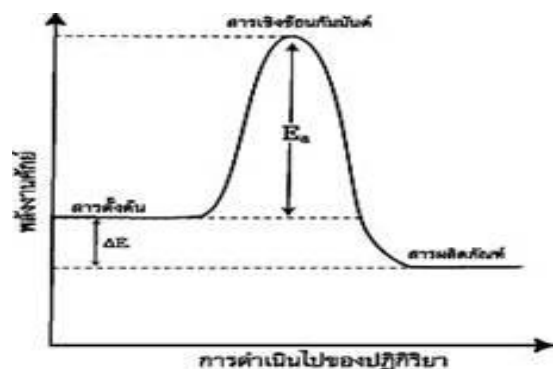
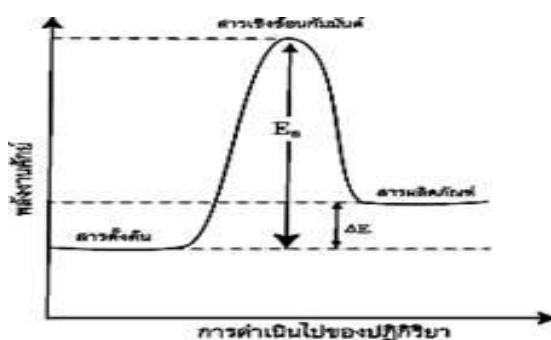
ขั้นที่ 1 เป็นขั้นที่ดูดพลังงานเข้าไปเพื่อสลายพันธะในสารตั้งต้น

ขั้นที่ 2 เป็นขั้นที่คายพลังงานออกมาเมื่อมีการสร้างพันธะในผลิตภัณฑ์

ดังนั้นการเกิดปฏิกิริยาเคมีจะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงพลังงาน ดังนี้

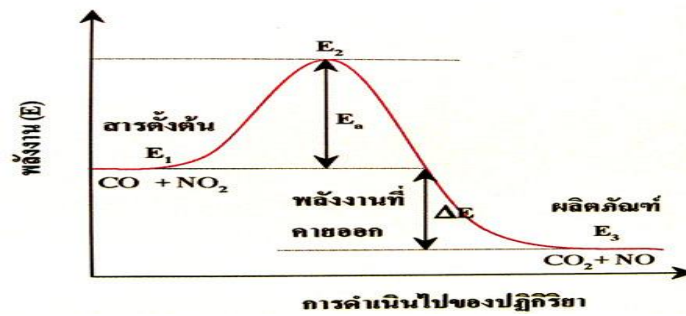
1. ปฏิกิริยาดูดความร้อน (Endothermic reaction) เป็นปฏิกิริยาที่ดูดพลังงานเข้าไปสลายพันธะมากกว่าที่คายออกมา เพื่อสร้างพันธะ โดยในปฏิกิริยาดูดความร้อนนี้สารตั้งต้นจะมีพลังงานต่ำกว่าผลิตภัณฑ์ จึงทำให้สิ่งแวดล้อมเย็นลง อุณหภูมิลดลง เมื่อเอามือสัมผัสภาชนะจะรู้สึกเย็น ดังภาพ

2. ปฏิกิริยาคายความร้อน (Exothermic reaction) เป็นปฏิกิริยาที่ดูดพลังงานเข้าไปสลายพันธะน้อยกว่าที่คายออกมา เพื่อสร้างพันธะ โดยในปฏิกิริยาคายความร้อนนี้สารตั้งต้นจะมีพลังงานสูงกว่าผลิตภัณฑ์ จึงให้พลังงานความร้อนออกมาสู่สิ่งแวดล้อม ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น เมื่อเอามือสัมผัสภาชนะจะรู้สึกร้อน ดังภาพ



แผนภูมิพลังงานของปฏิกิริยาคายความร้อน

แผนภูมิพลังงานของปฏิกิริยาคายความร้อน ΔE



 รูปการเปลี่ยนแปลงพลังงานของปฏิกิริยา $CO(g) + NO_2(g) \rightarrow CO_2(g) + NO(g)$ จากกราฟ

♣ E_1 คือ

♣ E_2 คือ

♣ E_3 คือ

♣ E_a คือ.....

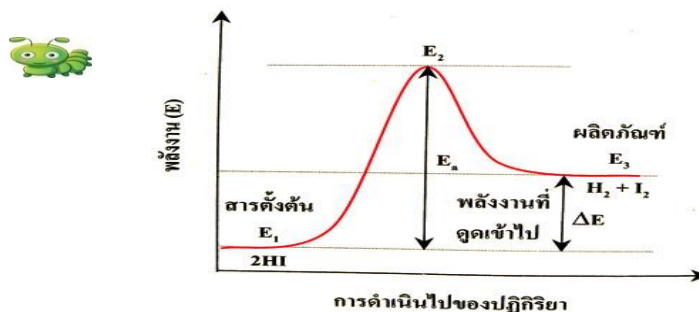
♣ ผลต่างของ E_2 กับ E_1 คือ.....

♣ $E_3 - E_1 =$

♣ จากกราฟเป็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานแบบใด

♣ ถ้าพลังงานสารผลิตภัณฑ์น้อยกว่าสารตั้งต้นจะเป็นปฏิกิริยาแบบใด.....

♥♥♥ $E =$ พลังงาน หรือ H)



รูป การเปลี่ยนแปลงพลังงานของปฏิกิริยา

♣ E_1 คือ

♣ E_2 คือ

♣ E_3 คือ

♣ E_a คือ.....



♣ ผลต่างของ E_2 กับ E_1 คือ.....

♣ $E_3 - E_1 =$

♣ จากกราฟเป็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานแบบใด

♣ ถ้าพลังงานสารผลิตภัณฑ์มากกว่าสารตั้งต้นจะเป็นปฏิกิริยาแบบใด.....

♣ ผลต่างของพลังงานสารผลิตภัณฑ์กับสารตั้งต้นเรียกว่า.....

สรุปได้ว่าปฏิกิริยาเคมีใดๆที่เป็นปฏิกิริยาคายพลังงานผลิตภัณฑ์จะมีพลังงานต่ำกว่าสารตั้งต้นในทางตรงกันข้าม ถ้าเป็นปฏิกิริยาดูดพลังงาน ผลิตภัณฑ์จะมีพลังงานสูงกว่าสารตั้งต้น

ปฏิกิริยาคายความร้อน (exothermic reaction) สารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมีพลังงานต่ำกว่าสารตั้งต้น (สารผลิตภัณฑ์เสถียรกว่าสารตั้งต้น) ในขณะที่เกิดปฏิกิริยาก็จะมีการคายความร้อนควบคู่ไปด้วย

ปฏิกิริยาดูดความร้อน (endothermic reaction) ถ้าสารผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นมีพลังงานมากกว่าสารตั้งต้น (สารผลิตภัณฑ์เสถียรน้อยกว่าสารตั้งต้น) ในขณะที่เกิดปฏิกิริยาก็จะมีการดูดความร้อนควบคู่ไปด้วย

สรุปได้ว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาต้องมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. จำนวนโมเลกุลต้องมากพอและจำนวนอนุภาคที่มีพลังงานสูง
2. ต้องมีการชนกัน และทิศทางของการชนเหมาะสม โดยที่ทิศทางการชนมีส่วนสัมพันธ์กับพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา ถ้าทิศทางการชนเหมาะสม พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาจะต่ำกว่าในกรณีที่ทิศทางการชนไม่เหมาะสม ซึ่งเป็นผลให้เกิดปฏิกิริยาได้ง่ายกว่า
3. ต้องมีพลังงานมากพออย่างน้อยเท่ากับพลังงานกระตุ้นหรือพลังงานก่อกัมมันต์ E_a (activation energy)

ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ (Reversible reaction)



♥ ♥ ปฏิกิริยาที่ผันกลับได้ คือ ปฏิกิริยาที่สามารถเกิดไปข้างหน้าและเกิดย้อนกลับได้

ปฏิกิริยาที่มีหลายขั้นตอน

ปฏิกิริยาที่มีหลายขั้นตอนจะมีขั้นตอนที่เกิดช้า และเกิดเร็วรวมอยู่ด้วย โดยขั้นตอนที่เกิดขึ้นได้ช้าที่สุด (E_a สูงสุด) จะเป็นขั้นกำหนดปฏิกิริยา หรือขั้นกำหนดอัตราการเกิดปฏิกิริยา เช่น $A \rightarrow D$ ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนย่อย คือ

ขั้นที่ 1 $A \rightarrow B$ เกิดเร็ว ขั้นที่ 2 $B \rightarrow C$ เกิดช้า

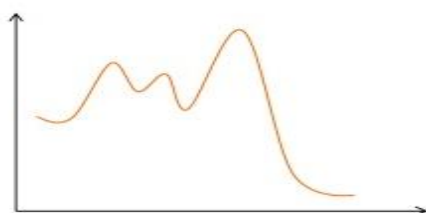
ขั้นที่ 3 $C \rightarrow D$ เกิดเร็ว

ดังนั้นขั้นที่ 2 เป็นขั้นกำหนดปฏิกิริยาหรือขั้นกำหนดอัตราการเกิดปฏิกิริยา

พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

พลังงานกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ตัวอย่างปฏิกิริยาหลายขั้นตอน

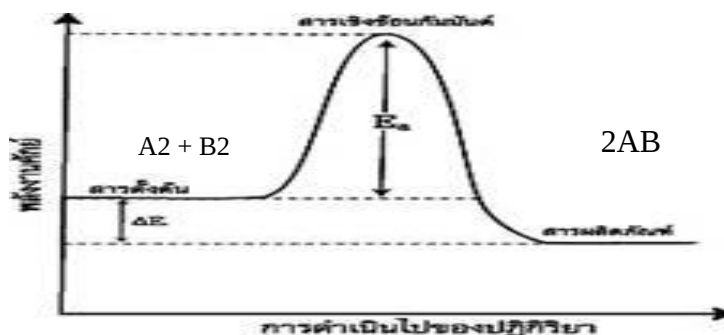


ข้อสรุปจากกราฟ

1. ปฏิกิริยานี้เป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน
2. ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้น 3 ขั้นตอน
3. เรียงลำดับ $E_a : E_{a3} > E_{a1} > E_{a2}$ ดังนั้น ขั้นที่ 3 จึงเกิดช้าสุดเป็นขั้นควบคุมปฏิกิริยาหรือขั้นกำหนดอัตรา (rate determining step)
4. ขั้นที่ 1 เป็นปฏิกิริยาดูดพลังงาน ขั้นที่ 2 เป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน
ขั้นที่ 3 เป็นปฏิกิริยาคายพลังงาน

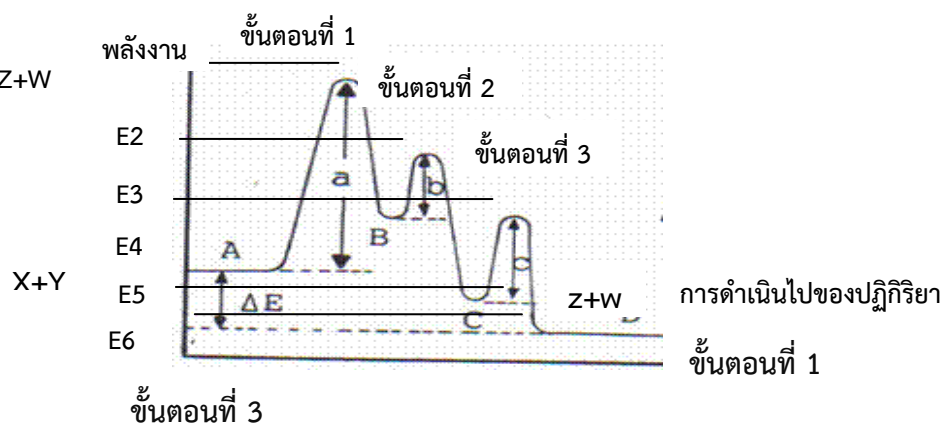
สาระการเรียนรู้เคมีเพิ่มเติม	ใบงาน	ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
รหัสวิชา ว30223	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1
เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี		

1.



- 1.1 พลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยาที่ดำเนินจากซ้ายไปขวา คือ
- 1.2 พลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยาที่ดำเนินจากขวาไปซ้าย คือ
- 1.3 ปฏิกิริยานี้เป็นแบบ.....เท่ากับ.....
- 1.4 สมการของปฏิกิริยานี้คือ.....

2 กำหนด $X+Y \rightarrow Z+W$

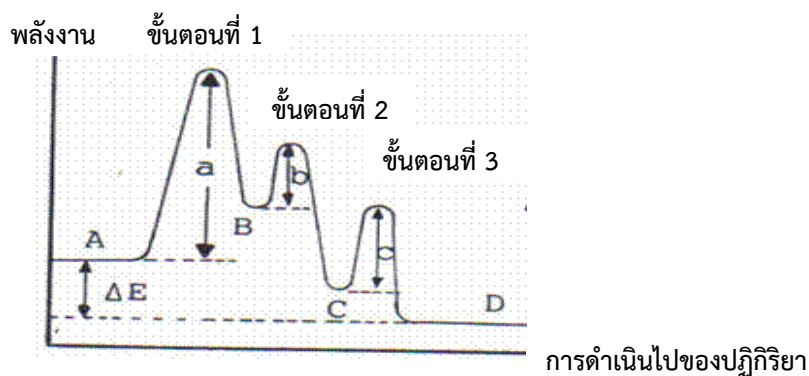


ขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 3

- 2.1 $E_a =$ $E_a =$ $E_a =$
- 2.2 ชนิดของปฏิกิริยา..... ชนิดของปฏิกิริยา.....ชนิดของปฏิกิริยา.....
- 2.3 $\Delta H =$ $\Delta H =$
- $\Delta H =$
- 2.4 ปฏิกิริยารวม ชนิดของปฏิกิริยา..... $E_a=$ $\Delta H =$

3. กำหนด $X+Y \leftrightarrow Z$
ปฏิกิริยาย้อนกลับ



- 3.1 พลังงานของปฏิกิริยา คือ.....
3.2 ขั้นตอนที่กำหนดอัตราการปฏิกิริยา.....
3.3 เรียงลำดับขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาจากเร็วไปช้า.....

4. เมื่อวางหลอด Mg ทั้งไว้ในอากาศ Mg จะทำปฏิกิริยากับ O_2 ในอากาศอย่างช้าๆ เป็นแมกนีเซียมออกไซด์ แต่ถ้าเผาหลอด Mg หลอด Mg จะลุกไหม้ทำปฏิกิริยากับ O_2 ในอากาศอย่างรวดเร็วได้แมกนีเซียมออกไซด์
- พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาทั้งสองระบบนี้เท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด
 - เหตุใดปฏิกิริยาในระบบหลังจึงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วกว่าระบบแรก
 - ให้เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาทั้งสองระบบ พร้อมทั้งระบุ ด้วยว่า ช่วงใดเป็นพลังงานที่เปลี่ยนแปลงไปในปฏิกิริยา

วิชาเคมีเพิ่มเติม	แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน	ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
รหัสวิชา ว 30223	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1
เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี		

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

1. ข้อความใดถูกต้องที่สุด

- ก. การที่โมเลกุลชนกันด้วยทิศทางที่เหมาะสมจะทำให้พลังงานก่อกัมมันต์ลดลง
- ข. การเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นทุกครั้ง จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพิ่มขึ้น
- ค. ถ้าเพิ่มพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นเป็น 2 เท่า จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า
- ง. การลดความเข้มข้นเป็นการลดจำนวนอนุภาคที่เมื่อชนกันแล้วมีพลังงานมากพอที่จะเกิดปฏิกิริยาให้น้อยลง

2. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

- 1. ณ อุณหภูมิหนึ่งโมเลกุลของก๊าซจะมีพลังงานจลน์ต่างๆ กัน
- 2. เมื่อโมเลกุลชนกันบางครั้งก็เกิดปฏิกิริยาเคมีบางครั้งก็ไม่เกิด
- 3. ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีโมเลกุลเมื่อชนกันต้องมีพลังงานอย่างน้อยเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์แต่ทิศทางของการชนไม่สำคัญ

ข้อความใดถูกต้อง

- ก. 2,3 ข. 1 , 2 ค. 1 ,2 ,3 ง. 1 เท่านั้น

3. ในปฏิกิริยาเตรียมก๊าซ H_2 จาก Mg กับสารละลายกรด HCl ดังนี้ $Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิของระบบขึ้น พลังงานก่อกัมมันต์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

- ก. ลดลง ข. เพิ่มขึ้น ค. คงที่ ง. สรุปไม่ได้

4. ข้อใดถูกต้อง

- ก. ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นทุกครั้ง เมื่อโมเลกุลที่มาชนกันแล้วมีพลังงานไม่น้อยกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา
- ข. ปฏิกิริยาที่มีพลังงานก่อกัมมันต์ต่ำ จะเกิดเร็วกว่าที่มีพลังงานก่อกัมมันต์สูง
- ค. อัตราของปฏิกิริยามักจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความเข้มข้น
- ง. ตัวเร่งปฏิกิริยาจะไปเพิ่มพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา

5. พลังงานก่อกัมมันต์ หมายถึง

- ก. พลังงานน้อยที่สุดที่ต้องใช้เริ่มต้นเกิดปฏิกิริยา
- ข. พลังงานจลน์ของอนุภาคที่ชนกันแล้วจะให้เกิดปฏิกิริยา
- ค. พลังงานที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า
- ง. พลังงานที่น้อยที่สุดที่เกิดจากอนุภาคชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยา

6. ถ้าปฏิกิริยา $A + B \rightarrow C + D$ เป็นปฏิกิริยาแบบดูดพลังงานและมีค่า $\Delta H = + 30 \text{ KJ/mol}$ ปฏิกิริยานี้จะมีพลังงานก่อกัมมันต์ (E_a) เท่าใด

ก. -30 KJ/mol

ข. น้อยกว่า 30 KJ/mol

ค. มากกว่า 30 KJ/mol

ง. อาจจะมากกว่า 30 KJ/mol หรือน้อยกว่า 30 KJ/mol และสามารถหาได้จากการทดลองเท่านั้น

7. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เกิดจากสารตั้งต้นเป็นแก๊สขึ้นอยู่กับ

1. อุณหภูมิ

2. ตัวเร่งปฏิกิริยา

3. ความดัน

ก.

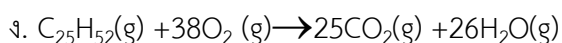
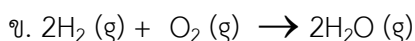
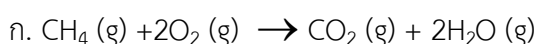
2,3

ข. 1 , 2

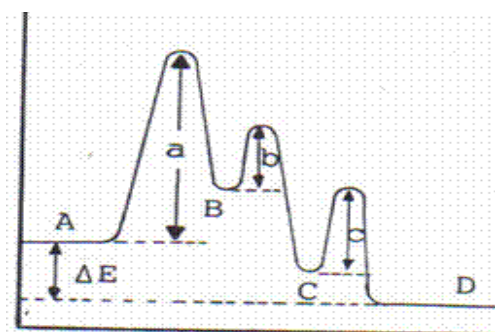
ค. 1 , 2 , 3

ง. 1 เท่านั้น

8. ข้อใดเป็นปฏิกิริยาที่น่าจะเกิดเร็วที่สุดที่อุณหภูมิห้อง



จากกราฟต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 9-10



การดำเนินไปของปฏิกิริยา

9. ปฏิกิริยาใดเกิดช้าที่สุด

ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

10. ปฏิกิริยาใดเกิดเร็วที่สุด

ก. A

ข. B

ค. C

ง. D

วิชาเคมีเพิ่มเติม	เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน	ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1
รหัสวิชา ว 30223	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1
เรื่อง แนวคิดเกี่ยวกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี		

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

ข้อ		ข้อ	
1.	ก	6.	
2.	ข	7.	
3.	ค	8.	
4.	ข	9.	
5.	ง	10.	

6. ถ้าปฏิกิริยา $A + B \rightarrow C + D$ เป็นปฏิกิริยาแบบดูดพลังงานและมีค่า $\Delta H = + 30 \text{ KJ/mol}$ ปฏิกิริยานี้จะมีพลังงานก่อกัมมันต์ (E_a) เท่าใด

ก. -30 KJ/mol

ข. น้อยกว่า 30 KJ/mol

ค. มากกว่า 30 KJ/mol

ง. อาจจะมากกว่า 30 KJ/mol หรือน้อยกว่า 30 KJ/mol และสามารถหาได้จากการทดลองเท่านั้น

7. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เกิดจากสารตั้งต้นเป็นแก๊สขึ้นอยู่กับ

1. อุณหภูมิ

2. ตัวเร่งปฏิกิริยา

3. ความดัน

ข.

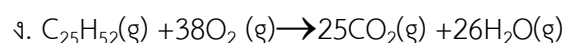
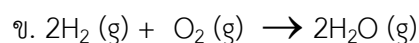
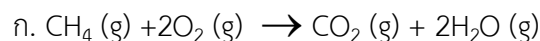
2,3

ข. 1 , 2

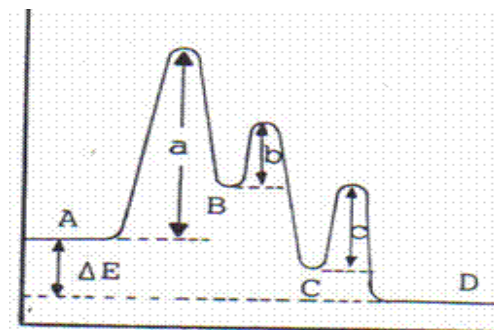
ค. 1 , 2 , 3

ง. 1 เท่านั้น

8. ข้อใดเป็นปฏิกิริยาที่น่าจะเกิดเร็วที่สุดที่อุณหภูมิห้อง



จากกราฟต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 9-10



การดำเนินไปของปฏิกิริยา

9.ปฏิกิริยาใดเกิดช้าที่สุด

ก. A

ข. B

ค. C

ง.D

10.ปฏิกิริยาใดเกิดเร็วที่สุด

ก. A

ข. B

ค. C

ง.D

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

รายวิชาเคมี

รหัสวิชา ว30223

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 1

สาระที่ 3 หน่วยที่ 1 เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับการเกิดปฏิกิริยาเคมี

เวลา 2.00 ชั่วโมง

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.4-6 สำรวจ ตรวจสอบ อภิปรายและอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การนำความรู้เกี่ยวกับการควบคุมอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

1.สาระสำคัญ

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจากการทดลอง 6.2 ความเข้มข้น ของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่า การเพิ่มหรือลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มหรือลดจำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นในระบบ ดังนั้นในกรณีของการเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น จะทำให้จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นในระบบเพิ่มขึ้น โอกาสที่อนุภาคที่มีพลังงานสูงก็มีจำนวนมากขึ้น และอนุภาคที่มีพลังงานสูงก็มีจำนวนมากขึ้นด้วยจึงมีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยามีค่าสูง

โดยทั่วไปเราพบว่า การเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี อย่างไรก็ตามยังมีบางปฏิกิริยาที่อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารตั้งต้นชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้น หรือบางปฏิกิริยาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีก็ไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของสารตั้งต้น กล่าวคืออัตราการเกิดปฏิกิริยาจะคงที่ไม่ว่าจะมีสารตั้งต้นมากหรือน้อยเพียงใด เช่น ปฏิกิริยาการกำจัดแอลกอฮอล์เข้าสู่กระแสเลือด ร่างกายจะต้องกำจัดออกทั้งในรูปแบบแอลกอฮอล์โดยตรงและการสลายเป็นสารอื่น อัตราการสลายตัวของแอลกอฮอล์เป็นสารอื่นจะมีค่าคงที่ โดยไม่ขึ้นกับปริมาณของแอลกอฮอล์ในเลือดว่ามีอยู่มากน้อยเพียงใด

2.ผลการเรียนรู้

อธิบายผลของพื้นที่ผิวและความเข้มข้นของสาร อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

3.จุดประสงค์การเรียนรู้

1. อธิบายผลความเข้มข้นของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
2. ระบุธรรมชาติของสารตั้งต้นที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา
3. ศึกษากฎอัตราและคำนวณปริมาณที่เกี่ยวข้องได้

4.สาระการเรียนรู้

- ธรรมชาติของสารตั้งต้นที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา
- ความเข้มข้นของสารตั้งต้นกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- กฎอัตรา (rate law)
- การอธิบายผลของความเข้มข้นต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

5. ภาระงาน/ชิ้นงาน/หลักฐานการเรียนรู้

1. ใบความรู้

2. ใบงาน

6. กิจกรรมการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

ครูทบทวนความรู้เกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยอาจใช้ปฏิกิริยาการสลายตัวของแก๊ส N_2O_5 เกิดเป็นแก๊ส NO_2 และ O_2 เป็นตัวอย่างเพื่ออภิปรายร่วมกัน ซึ่งแก๊ส N_2O_5 จะสลายได้เร็วในตอนเริ่มต้นปฏิกิริยา และสลายตัวช้าลงในช่วงเวลาถัดไป ส่วนการเกิดแก๊ส NO_2 และ O_2 ก็จะเกิดขึ้นเร็วในตอนเริ่มต้นปฏิกิริยา และสลายตัวช้าลงในช่วงเวลาต่อไป

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เช่น ความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสาร หรืออุณหภูมิ ซึ่งในวันนี้เราจะศึกษาว่าความเข้มข้นของสารตั้งต้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่อย่างไร จากการทดลอง 6.2 เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 4 - 5 กลุ่มๆ ละ 4-5 คนและทำการทดลอง 6.2 เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ดังนี้

การทดลองที่ 6.2 ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

จุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของสารต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
2. เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารกับเวลาในการเกิดปฏิกิริยา และสามารถแปลผลจากกราฟได้
3. สรุปผลของความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

เวลาที่ใช้	อภิปรายก่อนการทดลอง	5	นาที
	ทดลอง	30	นาที
	อภิปรายหลังการทดลอง	15	นาที
	รวม	50	นาที

สารเคมีและอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.3 mol/dm^3	80 cm^3
2. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 2 mol/dm^3	50 cm^3
3. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.3 mol/dm^3	30 cm^3
4. น้ำกลั่น	40 cm^3
อุปกรณ์	
1. หลอดทดลองขนาดใหญ่	5 หลอด
2. กระบอกตวงขนาด 10 cm^3	1 ใบ
3. นาฬิกาจับเวลาหรือนาฬิกามีเข็มวินาที	1 เรือน
4. กระดาษสีขาว	1 แผ่น
5. กระดาษกราฟ	1 แผ่น

3. ก่อนทำการทดลองครูได้เตรียมการล่วงหน้า ดังนี้

3.1 เตรียมสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.3 mol/dm^3 1000 cm^3 โดยละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) 74.4 g ในน้ำกลั่น (ที่ต้มใหม่ๆ และตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้ว) ให้ได้สารละลายปริมาตร 1000 cm^3 (ไม่ควรเตรียมไว้ล่วงหน้านาน เพราะสารละลายอาจเกิดปฏิกิริยากลายเป็นกำมะถันและซัลเฟอร์ไดออกไซด์)

3.2 สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 2 mol/dm^3 1000 cm^3 โดยใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 12 mol/dm^3 167 cm^3 เติมน้ำอย่างช้าๆ และทำให้สารละลายมีปริมาตรเป็น 1000 cm^3

3.3 สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.3 mol/dm^3 1000 cm^3 โดยใช้กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 2 mol/dm^3 75 cm^3 เติมน้ำอย่างช้าๆ และทำให้สารละลายมีปริมาตรเป็น 500 cm^3

4. ครูนำอภิปรายก่อนการทดลอง เพื่อแนะนำเกี่ยวกับการทดลอง ดังนี้

4.1 ใช้หลอดทดลองที่แห้งและสะอาด

4.2 สังเกตการเปลี่ยนแปลงและจับเวลาอย่างละเอียด

4.3 ควบคุมตัวแปรให้เหมือนกันทุกครั้งตลอดการทดลอง เช่น การเทสารละลายผสมกันต้องเทให้เหมือนกันทุกครั้ง และถ้าเขย่าหลอดก็ต้องเขย่าให้เหมือนกันทุกหลอด

4.4 ขณะทดลองจะมีแก๊ส SO_2 เกิดขึ้นซึ่งเป็นพิษ จึงควรหลีกเลี่ยงการสูดดม

4.5 ไม่ควรเขียนเครื่องหมายกากบาทเบาหรือหนักเกินไป เพราะเบาเกินไปจะสังเกตยาก ถ้าหนักเกินไปจะต้องใช้เวลาในการสังเกตเพิ่มขึ้นหรืออาจยังมองเห็นกากบาทอยู่แม้ว่าปฏิกิริยาสิ้นสุดลง

4.6 ให้เริ่มจับเวลาตั้งแต่เทสารละลายผสมกันจนกระทั่งมองไม่เห็นเครื่องหมายกากบาท

4.7 ถ้าปฏิกิริยาในหลอดใดเกิดเร็วมากจนจับเวลาไม่ทัน ให้บันทึกว่าปฏิกิริยาเกิดเร็วมากหรือเกิดทันทีทันใด

5. นักเรียนทำการทดลองตามรายละเอียดการทดลอง 6.2 เรื่อง ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในหนังสือเรียน และบันทึกผลการทดลอง

5.1 ตัวอย่างผลการทดลองตอนที่ 1 (นำข้อมูลไปเขียนกราฟ)

หลอดที่	ปริมาตรของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3\text{ (cm}^3\text{)}$	ปริมาตรของน้ำ $\text{(cm}^3\text{)}$	ความเข้มข้นของสารละลาย $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3\text{ (mol/dm}^3\text{)}$	เวลา (s)
1	10	0	0.30	11.3
2	8	2	0.24	14.7
3	6	4	0.18	20.2
4	4	6	0.12	30.6
5	2	8	0.06	69.0

5.2 ตัวอย่างผลการทดลองตอนที่ 2 (นำข้อมูลไปเขียนกราฟ)

หลอดที่	ปริมาตรของสารละลาย $\text{HCl (cm}^3\text{)}$	ปริมาตรของน้ำ $\text{(cm}^3\text{)}$	ความเข้มข้นของสารละลาย $\text{HCl (mol/dm}^3\text{)}$	เวลา (s)
1	10	0	0.30	14.5
2	8	2	0.24	15.3
3	6	4	0.18	16.1
4	4	6	0.12	17.2
5	2	8	0.06	22.2

6. จากผลการทดลองครู ทบทวนวิธีการคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลาย แล้วให้นักเรียน คำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตและสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการทดลอง

7. ครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายร่วมกันถึงวิธีการควบคุมตัวแปรต่างๆ ในการทดลองและวิธีวัดอัตราการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งนักเรียนควรจะอธิบายได้ว่า

7.1 การทดลองตอนที่ 1 กำหนดให้ความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกคงที่เท่ากันทั้ง 5 หลอด แต่เปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต

7.2 การทดลองตอนที่ 2 กำหนดให้ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตคงที่ แต่เปลี่ยนความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก อัตราการเกิดปฏิกิริยาวัดจากปริมาณกำมะถันเท่ากันต่อหนึ่งหน่วยเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยานั้น

8. ครูให้นักเรียนอภิปรายภายในกลุ่มโดยใช้ข้อมูลจากผลการทดลองและแนวคำถามท้ายการทดลอง แล้วนำผลการอภิปรายมาสรุปร่วมกันอีกครั้งจนได้ข้อสรุป ดังนี้

8.1 จากการทดลองทั้ง 2 ตอน เมื่อความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต และสารละลายกรดไฮโดรคลอริกลดลง ระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้น แสดงว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของทั้งสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตและสารละลายกรดไฮโดรคลอริก

8.2 จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายกับเวลาที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาของการทดลองทั้ง 2 ตอน สรุปได้ว่า เมื่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลงอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะลดลง

9. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับการหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยของสารในแต่ละหลอด การเปรียบเทียบอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยของสารในแต่ละหลอด ในใบความรู้ ซึ่งควรได้ข้อสรุปว่าอาจใช้ส่วนกลับของระยะเวลาที่สารในแต่ละหลอดเกิดปฏิกิริยามาเปรียบเทียบกับกันได้

10. ครูยกตัวอย่างปฏิกิริยาเคมีที่อัตราการเกิดปฏิกิริยาไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของสารตั้งต้น หรือขึ้นกับความเข้มข้นของสารตั้งต้นเพียงชนิดเดียวตามรายละเอียดในใบความรู้ เพื่อสรุปได้ว่าปฏิกิริยาที่มีสารตั้งต้นมากกว่า 1 ชนิด อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารตั้งต้นชนิดใด ไม่สามารถคาดคะเนหรือพิจารณาได้จากสมการเคมี ข้อมูลเหล่านี้ต้องได้จากการทดลอง ซึ่งทำได้หลายวิธี เช่น อาจเปลี่ยนความเข้มข้นของสารตั้งต้นชนิดหนึ่งและควบคุมความเข้มข้นของสารตั้งต้นชนิดอื่นให้คงที่

11. ครูใช้รูป 6.9 ในหนังสือเรียน ประกอบการอภิปรายเกี่ยวกับผลความเข้มข้นประกอบการอภิปรายเกี่ยวกับผลของความเข้มข้นของสารตั้งต้นที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา ซึ่งควรสรุปได้ว่าการเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น ทำให้จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นในระยะเพิ่มขึ้น โอกาสที่อนุภาคของสารจะชนกันอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และอนุภาคที่มีพลังงานสูงก็จะมีจำนวนมากขึ้นด้วย จึงมีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูงขึ้น

12. ครูและนักเรียนศึกษาความรู้เพิ่มเติมเรื่อง ผลของความเข้มข้นของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ตามใบความรู้ที่ 3 และ 4

13. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง ผลของความเข้มข้นของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

3. ขั้นลงข้อสรุป

1. ครูให้นักเรียนทำแบบฝึกเสริมประสบการณ์ จากนั้นนักเรียนและครูร่วมกันเฉลยบางข้อ นักเรียนที่ทำถูกครูยกย่องชมเชย และให้นักเรียนเขียนสรุปความมาให้ครูอ่านในคาบต่อไป

2. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาความรู้ เรื่อง ผลของพื้นที่ผิวของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

ข้อแนะนำเพิ่มเติม

1. การทดลองตอนที่ 1 เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จึงต้องใช้โซเดียมไทโอซัลเฟตทำปฏิกิริยาหมด แต่กรดไฮโดรคลอริกอาจใช้ในปริมาณที่ทำปฏิกิริยาพอดีหรือมากเกินไปก็ได้ การทดลองนี้ใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.3 โมลต่อลูกบาศก์เมตร ปริมาตรสูงสุด 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ปริมาณเนื้อสาร 0.003 โมล) โซเดียม ไทโอซัลเฟตจะถูกใช้หมด

2. การทดลองตอนที่ 2 เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของสารละลายกรดไฮโดรคลอริกต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี จึงใช้กรดไฮโดรคลอริกทำปฏิกิริยาหมดแต่โซเดียมไทโอซัลเฟตอาจใช้ในปริมาณที่ทำปฏิกิริยาพอดีหรือมากเกินไปก็ได้ การทดลองนี้ใช้สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 0.3 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร ปริมาตรสูงสุด 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร (ปริมาณเนื้อสาร 0.003 โมล) จะต้องใช้โซเดียมไทโอซัลเฟต 0.0015 โมล จึงจะทำให้ปฏิกิริยาพอดีกัน เมื่อใช้สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.3 โมลต่อลูกบาศก์เดซิเมตร จำนวน 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร จึงถือว่าเป็นปริมาณมากเกินไปแล้ว

7. สื่อการเรียนการสอน/แหล่งเรียนรู้

1. ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง การอธิบายผลของปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
3. หนังสือเรียนวิชาเคมี 3 ของ สสวท.
4. อุปกรณ์การทดลองที่ 6.2 / ใบบันทึกกิจกรรม/การทดลอง/กระดานกราฟ

8.การวัดผลประเมินผล

การวัดผลประเมินผล ด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความ เข้าใจ	1.วัดจากแบบฝึกเสริม ประสบการณ์ 2. วัดจากการตรวจใบ บันทึกกิจกรรม/การทดลอง	1.แบบฝึกหัดเสริมฯ 2. บันทึกกิจกรรม/การ ทดลอง	1. ทำได้ถูกต้อง 70 % ขึ้นไป 2. ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
2. ด้านทักษะ กระบวนการ	สังเกตจากการปฏิบัติการ ทดลอง	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน/ทดลอง	ได้คะแนนใน ระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะที่ พึงประสงค์	การสังเกตพฤติกรรมความ สนใจ และตั้งใจเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมความ สนใจและตั้งใจเรียน	ได้คะแนนใน ระดับ 2 ขึ้นไป

บันทึกหลังสอน
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการเรียนรู้

- ☒ สอนได้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ มีจุดประสงค์ K P A
- ☒ มีการบูรณาการ คุณธรรม / การต้านการทุจริต / หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
- ☐ สอนไม่ได้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เนื่องจาก

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน

- ☒ จำนวนนักเรียนที่ผ่านการประเมิน101..... คน คิดเป็นร้อยละ100.....
- ☐ จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน คน คิดเป็นร้อยละ
- ☐ อื่น ๆ

3. ปัญหาและอุปสรรค

- ☐ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ไม่เหมาะสมกับเวลา
- ☒ มีนักเรียนทำใบงาน/ใบกิจกรรมไม่ทันตามกำหนดเวลา
- ☐ มีนักเรียนที่ไม่สนใจเรียน
- ☐ อื่น ๆ

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

- ☐ ควรนำแผนไปปรับปรุง เรื่อง
- ☐ แนวทางแก้ไขนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน/ไม่สนใจ

เรียน

- ☐ ไม่มีข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ ผู้บันทึก
(นางสิริภรณ์ รุ่งศรี)
ครูผู้สอน

บันทึกหลังการสอน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ ได้รับการพิจารณาจากหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้และฝ่ายวิชาการ แล้ว

ลงชื่อ



(นางธนพร สนามพล)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

ลงชื่อ



(นายจักรวาล เจริญทอง)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

สาระการเรียนรู้เคมีเพิ่มเติม	ใบความรู้	ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
รหัสวิชา ว30223	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1
เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี		

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

จากตัวอย่างการคำนวณหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของสารในช่วงเวลาต่างๆ โดยใช้ข้อมูลในตาราง 6.1 และพิจารณาจากความชันของกราฟ ทำให้ทราบว่าปฏิกิริยาเกิดขึ้นเร็วในช่วงแรกหรือเมื่อเริ่มเกิดปฏิกิริยา และจะเกิดช้าลงเมื่อเวลาผ่านไป นักเรียนคิดว่าเป็นเพราะเหตุใด และมีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี



1. ธรรมชาติของสารตั้งต้น (Nature of reactant)

สำหรับสารต่างชนิดกันจะสามารถเกิดปฏิกิริยาได้เร็วหรือช้าขึ้น ขึ้นอยู่กับสมบัติเฉพาะตัวของสารแต่ละชนิด เช่น โลหะโซเดียมทำปฏิกิริยากับน้ำเย็นได้เร็วมาก และเกิดปฏิกิริยารุนแรง ในขณะที่โลหะแมกนีเซียมทำปฏิกิริยากับน้ำเย็นได้ช้า แต่เกิดได้เร็วขึ้นเมื่อใช้น้ำร้อน ที่เป็นเช่นนี้เพราะว่า โลหะโซเดียมมีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาดีกว่าโลหะแมกนีเซียม สารบางชนิดจะทำปฏิกิริยาได้ยาก เช่น การสีกกร่อนของหิน การเกิดสนิม เหล็กบางชนิดจะทำปฏิกิริยาได้ง่าย เช่น การระเบิดของประทัด โดยธรรมชาติ สารที่ทำปฏิกิริยากันเป็นสารประกอบไอออนิกทั้งคู่จะเกิดปฏิกิริยาเร็ว และสารที่ทำปฏิกิริยากันมีสถานะเป็นก๊าซทั้งคู่จะเกิดเร็ว



2. ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

จากการทดลอง 6.2 ความเข้มข้นของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี พบว่า การเพิ่มหรือลดความเข้มข้นของสาร

ตั้งต้นมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มหรือลดจำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นในระบบ ดังนั้นในกรณีของการเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้น จะทำให้จำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นในระบบเพิ่มขึ้น โอกาสที่อนุภาคที่มีพลังงานสูงก็มีจำนวนมากขึ้น ดังรูปหน้า 23

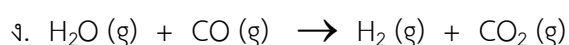
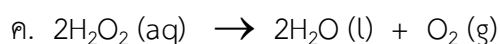
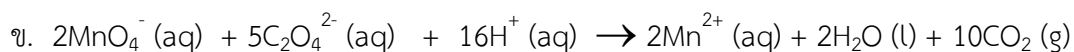
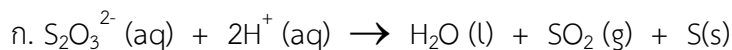
และอนุภาคที่มีพลังงานสูงก็มีจำนวนมากขึ้นด้วยจึงมีผลทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยามีค่าสูง

โดยทั่วไปเราพบว่าการเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นจะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี อย่างไรก็ตามยังมีบางปฏิกิริยาที่อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นกับความเข้มข้นของสารตั้งต้นชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้น หรือบางปฏิกิริยาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีก็ไม่ขึ้นกับความเข้มข้นของสารตั้งต้น กล่าวคืออัตราการเกิดปฏิกิริยาจะคงที่ไม่ว่าจะมีสารตั้งต้นมากหรือน้อยเพียงใด เช่น ปฏิกิริยาการกำจัดแอลกอฮอล์เข้าสู่กระแสเลือด ร่างกายจะต้องกำจัดออกทั้งในรูปแบบแอลกอฮอล์โดยตรงและการสลายเป็นสารอื่น อัตราการสลายตัวของแอลกอฮอล์เป็นสารอื่นจะมีค่าคงที่ โดยไม่ขึ้นกับปริมาณของแอลกอฮอล์ในเลือดว่ามีอยู่มากน้อยเพียงใด

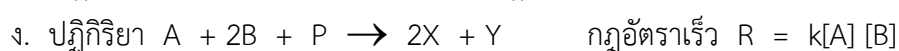
♥ ถ้าเราทราบชนิดของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยา เขียนสมการแสดงปฏิกิริยานั้นได้ แต่ไม่สามารถทำนายอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้ว่าสูงหรือต่ำ และขึ้นกับความเข้มข้นของสารใดบ้าง ข้อมูลเหล่านี้จะต้องได้จากการทดลองเท่านั้น

สาระการเรียนรู้เคมีเพิ่มเติม	ใบงาน	ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
รหัสวิชา ว30223	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1
เรื่อง ปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี		

ข้อที่ 1 จงเขียนกฎอัตราเร็วต่างๆ ไปของปฏิกิริยาต่อไปนี้



ข้อที่ 2 จากกฎอัตราเร็วของปฏิกิริยาต่อไปนี้ สารใดบ้างที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา และสารใดมีผลมากกว่ากัน



ข้อที่ 3 ปฏิกิริยาเกิดขึ้นดังสมการ $\text{A} + 2\text{B} \rightarrow \text{C}$

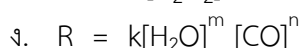
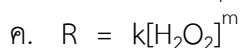
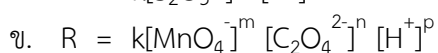
การทดลอง	ความเข้มข้นของ A (โมล/ลิตร)	ความเข้มข้นของ B (โมล/ลิตร)	อัตราการเกิดของ C (โมล/ลิตร-วินาที)
1	1.0	1.0	2.5
2	2.0	1.0	2.5
3	1.0	2.0	5.0
4	1.0	2.0	5.0

ก. อัตราการเกิดของ C สัมพันธ์กับความเข้มข้นของ A และ B อย่างไร

ข. การทดลองที่ 1 ถ้าลดปริมาณของสารตั้งต้นให้เหลือเพียงครึ่งหนึ่งจะมีผลต่อการเกิดของ C อย่างไร

สาระการเรียนรู้เคมีเพิ่มเติม	เฉลี่ยใบงาน	ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
รหัสวิชา ว30223	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1
เรื่อง ปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี		

1.วิธีทำ กฎอัตราเป็นกฎที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยากับความเข้มข้นของสารตั้งต้น ดังนั้นจึงเขียนได้เป็นดังนี้



2.วิธีทำ

ก. จากกฎอัตราแสดงว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ A และ B ซึ่งทั้ง A และ B มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเท่ากัน หมายความว่า ถ้าเปลี่ยนความเข้มข้นของ A และ B เท่าๆ กัน อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเปลี่ยนแปลงไปเท่าๆ กัน

ข. จากกฎอัตราเร็วแสดงว่าความเข้มข้นของสารต่างๆ ทั้ง X และ Y ไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาไม่ว่า X และ Y จะมีความเข้มข้นเป็นเท่าใด อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะคงที่เท่ากับ k

ค. จากกฎอัตราเร็ว แสดงว่าทั้ง P และ Q มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา โดยที่ Q มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยามากกว่า P ถ้าเปลี่ยนความเข้มข้นของ P และ Q เท่าๆ กัน อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเปลี่ยนไปเนื่องจาก Q มากกว่า P

ง. จากกฎอัตรา แสดงว่าเฉพาะ A และ B เท่านั้นที่มีผลโดยตรงต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา และมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาเท่าๆ กัน

3.วิธีทำ ก. พิจารณาจากกฎอัตราเร็ว $R = k [A]^m [B]^n$

หาค่า k, m, n จากการทดลอง

การทดลองที่ 1, $R = 2.5$, $[A] = 1.0$, $[B] = 1.0$

$$\therefore 2.5 = k [1.0]^m [1.0]^n \quad \dots\dots\dots (1)$$

การทดลองที่ 2, $R = 2.5$, $[A] = 2.0$, $[B] = 1.0$

$$\therefore 2.5 = k [2.0]^m [1.0]^n \quad \dots\dots\dots (2)$$

การทดลองที่ 3 $R = 5.0$ $[A] = 1.0$, $[B] = 2.0$

$$\therefore 5.0 = k [1.0]^m [2.0]^n \quad \dots\dots\dots (3)$$

สมการที่ (3)/(1) จะได้ $2 = 2^n$

$$n = 1$$

สมการที่ (2)/(1) จะได้ $1 = 2^m$

$$m = 0$$

จากสมการ (1) แทนค่า $m = 0$, $n = 1$ จะหาค่า k ได้

$$2.5 = k [1]^0 [1]^1 \quad \therefore k = 2.5$$

$$\therefore \text{กฎอัตราเร็วคือ} \quad R = k [B] = 2.5 [B]$$

อัตราการเกิดของ C สัมพันธ์กับความเข้มข้นของ A และ B ตามกฎอัตราเร็ว โดยที่ A ไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

ข. จากการทดลองที่ 1 ถ้าใช้ $[A] = \frac{1}{2} \times 1.0 = 0.5$ โมล/ลิตร

$$[B] = \frac{1}{2} \times 1.0 = 0.5 \text{ โมล/ลิตร}$$

จะหาอัตราเร็วได้ดังนี้ $R = 2.5 [0.5] = 1.25$ โมล/ลิตร

จะเห็นว่าอัตราการเกิด C จะลดลงครึ่งหนึ่ง เมื่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลงครึ่งหนึ่ง

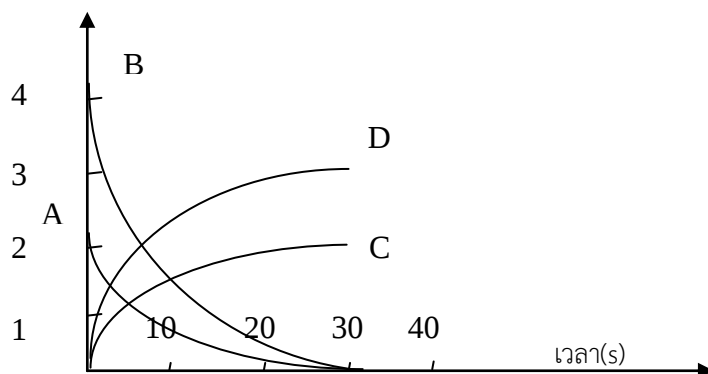
**** *** **** **** *** ****

วิชาเคมีเพิ่มเติม	แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน	ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2
รหัสวิชา ว 30223	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1
เรื่อง ปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี		

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

กำหนดกราฟแสดงความสัมพันธ์ปริมาณสารต่างๆ กับเวลาดังนี้ ใช้ตอบคำถามข้อ 1-3

ปริมาณสารสัมพันธ์ (mol)



1.สารใดเป็นสารตั้งต้น

ก. A กับ B

ข. C กับ D

ค. A กับ C

ง. B กับ D

2.สารใดเป็นสารผลิตภัณฑ์

ก. A กับ B

ข. C กับ D

ค. A กับ C

ง. B กับ D

3.จงหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ก. $2A + 4B \rightarrow 2C + 3D$

ข. $2A + 3D \rightarrow 2C + 4B$

ค. $4A + 3D \rightarrow 2C + 4B$

ง. $4A + 2B \rightarrow 2C + 3D$

4.ในการทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของปฏิกิริยา $A + 2B \rightarrow C + D$ โดยนำสารละลายของ A และ B เข้มข้น 1 mol/dm^3 มาผสมกัน แล้วเติมน้ำให้มีปริมาตรรวมเป็น 100 cm^3 พบว่าการทดลองส่วนหนึ่งเป็นดังนี้

ชุด	ปริมาตร A (cm^3)	ปริมาตร B (cm^3)	เวลาที่ผ่านไป	$[C] \text{ mol/dm}^3$	อัตราการเกิดปฏิกิริยา
1	10	40	30	0.01	R_1
			83	0.025	R_2
2	20	40	30	0.02	R_3
			86	0.05	R_4
3	20	20	30	0.01	R_5
			83	0.025	R_6

ข้อใดสรุปผิด

ก.กฎอัตราคือ $= k [A]^1 [B]^1$

ข.อัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ A และ B

ค.ถ้า $[A]$ ในการทดลองแต่ละครั้งเท่ากัน เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ B เป็น 2 เท่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มเป็น 4 เท่า

ง.ในการทดลองแต่ละชุด ปฏิกิริยาจะเกิดช้าลงเมื่อเวลาผ่านไปนาน

5.เมื่อทำการทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาในช่วง 1 นาทีแรก โดยเปลี่ยนความเข้มข้นของสารต่างๆ ได้ผลดังนี้

mol/ dm ³	$[X]$ (mol/ dm ³)	$[Y]$ (mol/dm ³)	อัตรา
0.1	0.1	0.1	X
0.1	0.2	0.1	2x
0.2	0.2	0.1	2x
0.2	0.1	0.2	X
0.2	0.2	0.2	y

ข้อสรุปใดผิด

ก.อัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นกับความเข้มข้นของอะซิโตน

ข. $Y = 2X$

ค.กฎอัตรา คือ $V = k [CH_3COCH_3]^1 [I_2]^0$

ง. ถ้าเขียนกราฟระหว่างความเข้มข้นของ I_2 (แกน x) กับอัตรา (แกน y) จะได้กราฟเส้นตรงที่ความชันเป็นศูนย์

6.กำหนดปฏิกิริยาเป็น $A + 2B \rightarrow AB_2$ จากการทดลองได้ข้อมูลดังนี้

การทดลองที่	$[A_2]$ (mol/dm ³)	$[B]$ (mol/dm ³)	อัตราการเกิด AB_2 (mol/dm ³ s ⁻¹)
1	1.0×10^{-2}	1.0×10^{-2}	1.5×10^{-4}
2	1.0×10^{-2}	2.0×10^{-2}	1.5×10^{-4}
3	2.0×10^{-2}	3.0×10^{-2}	6.0×10^{-4}

จงหากฎอัตราของปฏิกิริยานี้ และถ้า $[A]$ และ $[B]$ ต่างเท่ากับ 1.5×10^{-2} mol/dm³ จงหาอัตราการเกิด AB_2 นี้

ก. $V = K[A_2][B]$

ข. $V = K[A_2]$

ค. $V = K[A_2][B]$

ง. $K[A_2]^2$

7. ปฏิกิริยานี้จัดเป็นปฏิกิริยาอันดับที่เท่าใด

ก. 1

ข. 2

ค. 3

ง. 0

8.พิจารณาปฏิกิริยาเคมีระหว่างสารประกอบ A และ B พบว่า A และ B มีอันดับของปฏิกิริยาที่ 1 ในกฎอัตราของปฏิกิริยา จงเติมตัวเลขลงในช่องว่างของตารางข้อมูลนี้

การทดลองที่	อัตราการเกิดปฏิกิริยา mol/l.s	[A] (mol/l)	[B] (mol/l)
1	0.10	0.20	0.05
2	0.20		0.05
3	0.80	0.40	

ก. 0.1

ข. 0.2

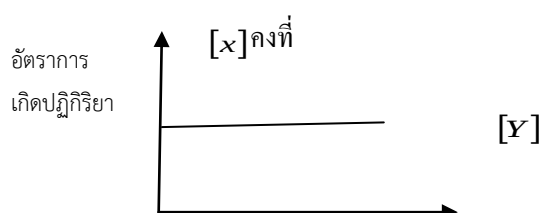
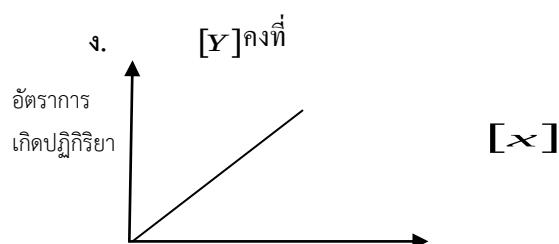
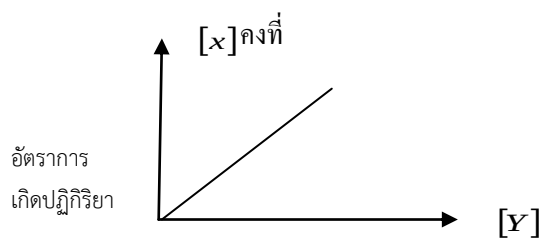
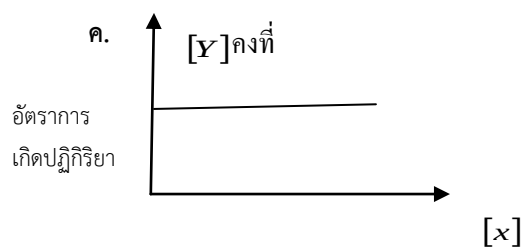
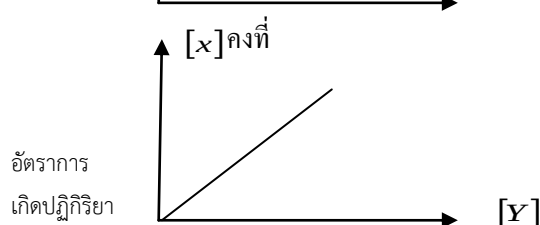
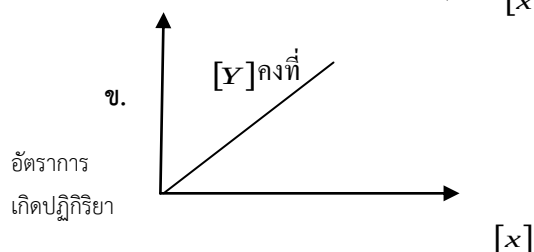
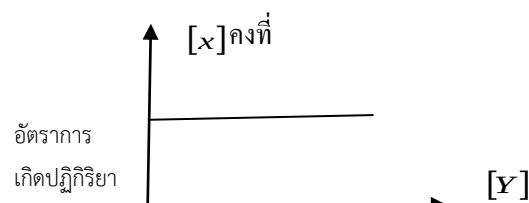
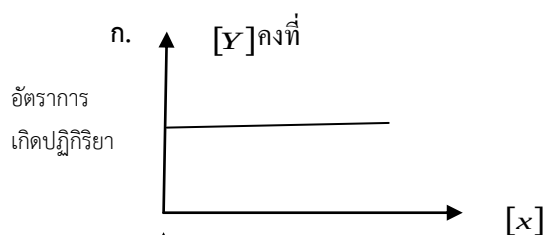
ค. 0.3

ง. 0.4

9.ตารางข้อมูลของอัตราการเกิดปฏิกิริยาและความเข้มข้นของสารในปฏิกิริยา $X+Y \rightarrow Z$ เป็นดังนี้

การทดลองที่	[X] (mol/ dm ³)	[Y] (mol/dm ³)	อัตรา
1	0.1	0.1	A
2	0.2	0.1	2A
3	0.32	0.2	3A
4	0.1	0.3	A

10.กราฟข้อใด แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยาและความเข้มข้นของสารที่สอดคล้องกับข้อมูลข้างบน



แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายวิชาเคมี

รหัสวิชา ว30223

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 1

สาระที่ 3 หน่วยที่ 1

เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เวลา 2.00 ชั่วโมง

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.4-6 สำรวจ ตรวจสอบ อภิปรายและอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การนำความรู้เกี่ยวกับการควบคุมอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

1.สาระสำคัญ

พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การที่สารตั้งต้นมีพื้นที่ผิวมาก มีผลให้อนุภาคของสารมีโอกาสเข้าชนกันได้มาก ปฏิกิริยา จึงเกิดได้เร็วขึ้น

2.ผลการเรียนรู้

อธิบายผลของพื้นที่ผิวและความเข้มข้นของสาร อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

3.จุดประสงค์การเรียนรู้

อธิบายผลของพื้นที่ผิวของสารที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

4.สาระการเรียนรู้

- พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

5.ภาระงาน/ชิ้นงาน/หลักฐานการเรียนรู้

1.ใบความรู้

2.ใบงาน

การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

ครูนำอภิปรายเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี เพื่อให้เกิดแนวคิดต่อไปว่า นอกจากจะขึ้นกับความเข้มข้นของสารตั้งต้นแล้ว ยังมีปัจจัยใดบ้างที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี และถ้าเป็นปฏิกิริยาที่สารตั้งต้นมีสถานะต่างกันอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะขึ้นอยู่กับปัจจัยใด เพื่อนำเข้าสู่การทดลอง ที่ 6.3 พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 4 - 5 กลุ่มๆ ละ 4-5 คนและทำการทดลอง 6.3 เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ดังนี้

การทดลอง 6.3 พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การทดลองนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของปริมาณพื้นที่ผิวต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
2. สรุปผลของพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นที่มีสถานะต่างกันต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

เวลาที่ใช้	อภิปรายก่อนการทดลอง	5	นาที
	ทดลอง	30	นาที
	อภิปรายหลังการทดลอง	15	นาที
	รวม	50	นาที

สารเคมีและอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. สารละลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.2 mol/dm^3	80 cm^3
2. โลหะแมกนีเซียมยาว 10 cm	1 ชิ้น
อุปกรณ์	
1. หลอดทดลองขนาดกลาง	2 หลอด
2. จุกก๊อกสำหรับปิดหลอดทดลองขนาดกลาง	2 อัน
3. นาฬิกาจับเวลาที่มีเข็มวินาที	1 เรือน
4. กระดาษทรายขนาด 3 cm x 3 cm	1 แผ่น
5. ไขมีดโกน	1 ใบ
6. ดินสอเขียนแก้ว	1 แท่ง

2. ครูนำอภิปรายก่อนการทดลอง เพื่อแนะนำเกี่ยวกับการทดลอง ดังนี้

2.1 การทำเครื่องหมายในหลอดทดลองให้ขีดเฉพาะขีดตั้งต้นและขีดสุดท้ายห่างกันประมาณ 5 cm ไม่ต้องแบ่งขีดละเอียด ทั้งนี้เพราะต้องการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในการเกิดแก๊สไฮโดรเจนปริมาตรคงที่ปริมาตรหนึ่ง อย่างไรก็ตามเมื่อคว่ำหลอดทดลองแล้วขีดสุดท้ายต้องอยู่สูงกว่าหลอดแมกนีเซียมขึ้นไป

2.2 พับโลหะแมกนีเซียมให้แน่นและเหลือความยาวประมาณ 3 cm อีกชิ้นหนึ่ง ให้ขดคล้ายสปริง แล้วเสียบลงบนจุกก๊อกให้ล็อกเท่านั้น

2.3 อาจจัดให้นักเรียนกลุ่มหนึ่งทดลองใช้ลวดแมกนีเซียมขอเป็นสปริง และอีกกลุ่มหนึ่งทดลองใช้ลวดแมกนีเซียมแบบพับแล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกัน

3. นักเรียนทำการทดลองตามรายละเอียดการทดลอง 6.3 เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในหนังสือเรียน และบันทึกผลการทดลอง

4. ผลการทดลองของนักเรียนควรเป็นดังนี้

ลักษณะของขดลวดแมกนีเซียม	ระยะเวลาที่เกิดแก๊ส H ₂ จากขีต 0-5 cm (s)
ขดเป็นสปริง	109
พับ	191

5. จากผลการทดลองครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลการทดลองตามแนวคำถามท้ายการทดลอง แล้วนำข้อสรุปมาอภิปรายร่วมกัน ซึ่งควรสรุปได้ ดังนี้

5.1 ลวดแมกนีเซียมยาวเท่ากัน แต่ชิ้นหนึ่งขดเป็นสปริงและอีกชิ้นหนึ่งพับทบกันยาวประมาณ 3 cm เมื่อทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริกที่มีความเข้มข้นเท่ากัน พบว่า การเกิดแก๊สไฮโดรเจนปริมาตรเท่ากัน ใช้เวลาแตกต่างกันคือ 109 วินาที และ 191 วินาที ตามลำดับ

5.2 ลวดแมกนีเซียมพับทบมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาช้ากว่าลวดแมกนีเซียมที่ขดเป็นสปริงเนื่องจากพื้นที่ผิวสัมผัสของขดลวดแมกนีเซียมกับกรดลดลง จึงสรุปได้ว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นกับพื้นที่ผิวสัมผัส ถ้าสารมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะมีค่าสูง แต่ถ้าสารมีพื้นที่ผิว สัมผัสน้อยอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะมีค่าต่ำ

6. ครูนำอภิปรายต่อไปเกี่ยวกับผลของพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีใน ใบความรู้ที่ 3 เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่า การที่สารตั้งต้นซึ่งมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีสูง เนื่องจากอนุภาคของสารมีโอกาสชนกันมากขึ้น จึงเกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น

7. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง พื้นที่ผิวของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

3. ขั้นลงข้อสรุป

1. ครูให้นักเรียนเขียนสรุปความเกี่ยวกับการทดลองที่ได้ทำมาแล้วส่งครู
2. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาความรู้ เรื่อง อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. หนังสือเรียนวิชาเคมี 3 ของ สสวท.
3. อุปกรณ์การทดลองที่ 6.3 / ใบบันทึกกิจกรรม/การทดลอง

การวัดผลประเมินผล

การวัดผลประเมินผล ด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความ เข้าใจ	1.การเขียนสรุปความคิด รวบยอด 2. วัดจากการตรวจใบ บันทึกกิจกรรม/การทดลอง	1.แบบสรุปความคิดรวบ ยอด 2. บันทึกกิจกรรม/การ ทดลอง	1. ทำได้ครบถ้วน ถูกต้อง 70 % ขึ้นไป 2. ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
2. ด้านทักษะ กระบวนการ	สังเกตจากการปฏิบัติการ ทดลอง	แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงาน/ทดลอง	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะที่ พึงประสงค์	การสังเกตพฤติกรรมความ สนใจ และตั้งใจเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรม ความสนใจและตั้งใจ เรียน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป

บันทึกหลังสอน
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการเรียนรู้

- ☒ สอนได้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ มีจุดประสงค์ K P A
- ☒ มีการบูรณาการ คุณธรรม / การต้านการทุจริต / หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
- ☐ สอนไม่ได้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เนื่องจาก

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน

- ☒ จำนวนนักเรียนที่ผ่านการประเมิน101..... คน คิดเป็นร้อยละ100.....
- ☐ จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน คน คิดเป็นร้อยละ
- ☐ อื่น ๆ

3. ปัญหาและอุปสรรค

- ☐ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ไม่เหมาะสมกับเวลา
- ☒ มีนักเรียนทำใบงาน/ใบกิจกรรมไม่ทันตามกำหนดเวลา
- ☐ มีนักเรียนที่ไม่สนใจเรียน
- ☐ อื่น ๆ

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

- ☐ ควรนำแผนไปปรับปรุง เรื่อง
- ☐ แนวทางแก้ไขนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน/ไม่สนใจ

เรียน

- ☐ ไม่มีข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ ผู้บันทึก
(นางสิริการณ์ รุ่งศรี)
ครูผู้สอน

บันทึกหลังการสอน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ ได้รับการพิจารณาจากหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้และฝ่ายวิชาการ แล้ว

ลงชื่อ



(นางธนพร สนามพล)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

ลงชื่อ บันทึกหลังสอน

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการเรียนรู้

- ☒ สอนได้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ มีจุดประสงค์ K P A
☒ มีการบูรณาการ คุณธรรม / การต้านการทุจริต / หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
☐ สอนไม่ได้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เนื่องจาก

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน

- ☒ จำนวนนักเรียนที่ผ่านการประเมิน101..... คน คิดเป็นร้อยละ100.....
☐ จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน คน คิดเป็นร้อยละ
☐ อื่น ๆ

3. ปัญหาและอุปสรรค

- ☐ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ไม่เหมาะสมกับเวลา
☒ มีนักเรียนทำใบงาน/ใบกิจกรรมไม่ทันตามกำหนดเวลา
☐ มีนักเรียนที่ไม่สนใจเรียน
☐ อื่น ๆ

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

- ☐ ควรนำแผนไปปรับปรุง เรื่อง
☐ แนวทางแก้ไขนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน/ไม่สนใจ

เรียน

- ☐ ไม่มีข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ ผู้บันทึก
(นางสิริการณ์ รุ่งศรี)
ครูผู้สอน

บันทึกหลังการสอน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ ได้รับการพิจารณาจากหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้และฝ่ายวิชาการ แล้ว

ลงชื่อ



(นางธนพร สนามพล)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

ลงชื่อ

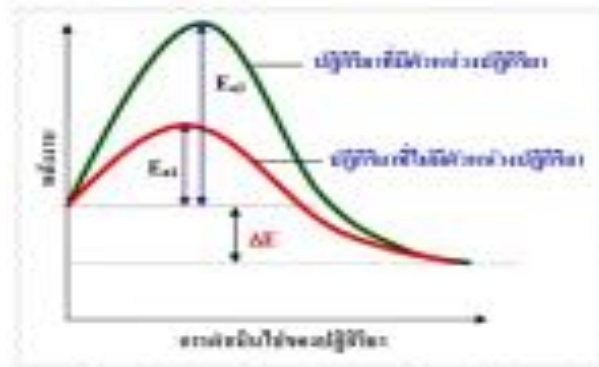


(นายจักรวาล เจริญทอง)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

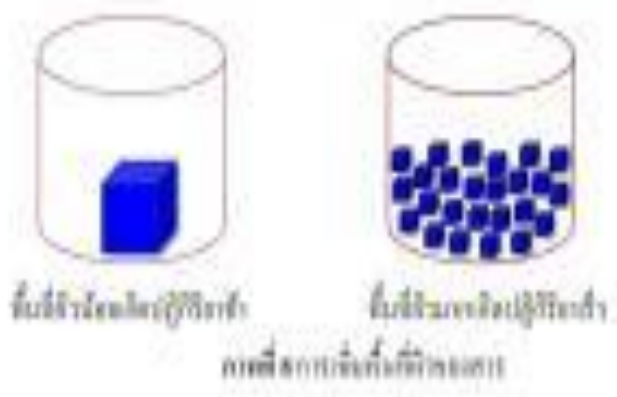
ไป เช่น มีขนาด หรือรูปร่างเปลี่ยนไป โดยตัวเร่งปฏิกิริยาที่พบได้ชีวิตประจำวัน ได้แก่ สารกันบูดในอาหาร ที่ช่วยยับยั้งปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดการเน่าเสียของอาหาร เป็นต้น

ตัวอย่าง



6. พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น ในกรณีที่สารตั้งต้นเป็นของแข็ง การเพิ่มพื้นที่ผิวของสารจะช่วยให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้นได้ เนื่องจากพื้นที่ผิวที่เพิ่มขึ้นจะทำให้สารมีพื้นที่สำหรับการเข้าทำ ปฏิกิริยากันได้มากขึ้น ตัวอย่างเช่น การเคี้ยวอาหารให้ละเอียดก่อนกลืน จะช่วยทำให้อาหารมีขนาดเล็กลง และมีพื้นที่ผิวเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้น้ำย่อยในระบบทางเดินอาหารสามารถเข้าย่อยอาหารได้ง่ายขึ้น เป็นต้น

ตัวอย่าง



7. ความดัน จะมีผลทำให้สารที่เป็นแก๊สสามารถทำปฏิกิริยากันได้ดีขึ้น เนื่องจากการเพิ่มความดันจะช่วยทำให้โมเลกุลของแก๊สเข้าอยู่มาอยู่ใกล้ชิด กันมากขึ้น มีจำนวนโมเลกุลของแก๊สต่อหน่วยพื้นที่เพิ่มขึ้น จึงมีโอกาสชนกันและเกิดปฏิกิริยาเคมีมากขึ้น ซึ่งลักษณะเช่นนี้ก็คล้ายกับกรณีที่สารที่มีความเข้มข้นมากจะสามารถเกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น

ชาเคมีเพิ่มเติม	แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน	ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3
รหัสวิชา ว 30223	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1
เรื่อง ปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี		

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. ปฏิกิริยาที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี คือ

- ก. อุณหภูมิ พันธะโคเวเลนต์ พื้นที่ผิว ตัวเร่งปฏิกิริยา
- ข. อุณหภูมิ ความเข้มข้นของสารละลาย พื้นที่ผิว ตัวเร่งปฏิกิริยา
- ค. พันธะโคเวเลนต์ อุณหภูมิ ความเข้มข้นของสารละลาย ความดัน
- ง. ความเข้มข้นของสารละลาย ความดัน ตัวเร่งปฏิกิริยา พันธะโคเวเลนต์

2. พิจารณาปฏิกิริยาต่อไปนี้ $2\text{NO}(\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2(\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

การเปลี่ยนแปลงใดที่ไม่ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น

- ก. ใส่ตัวเร่งปฏิกิริยา
- ข. เพิ่มอุณหภูมิของระบบ
- ค. เพิ่มปริมาตรของระบบ
- ง. เพิ่มจำนวนโมเลกุลของก๊าซ NO เป็น 2 เท่า

3. ปฏิกิริยา $2\text{O}_3(\text{s}) \rightarrow 3\text{O}_2(\text{g})$ $E_a = 117 \text{ kJ}$

$3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{O}_3(\text{g})$ $\Delta E = 284 \text{ KJ}$

ปฏิกิริยา $3\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{O}_3(\text{g})$ จะมีค่า E_a เท่ากับเท่าใด

- ก. 167 kJ
- ข. 259 kJ
- ค. 301 kJ
- ง. 401 kJ

4. ในการทดลองหาอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีของปฏิกิริยา $\text{A} + 2\text{B} \rightarrow \text{C} + \text{D}$ โดยนำสารละลายของ A และของ B เข้มข้น 1 mol/dm^3 มาผสมกัน แล้วเติมน้ำให้มีปริมาตรรวมเป็น 100 cm^3 พบว่าการทดลองส่วนหนึ่งเป็นดังนี้

ชุด	ปริมาตร A cm^3)	ปริมาตร (cm^3)	เวลาที่ผ่านไป	[C] mol/dm^3	อัตราการเกิดปฏิกิริยา
1	10	40	30	0.01	R_1
			83	0.025	R_2
2	20	40	30	0.02	R_3
			86	0.05	R_4
3	20	20	30	0.01	R_5

			83	0.025	R ₆
--	--	--	----	-------	----------------

ข้อใดสรุปถูกต้อง

- ก. กฎอัตราคือ $= k [A]^1 [B]^0$
- ข. อัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของ A และ B
- ค. เมื่อความเข้มข้นของ A คงที่ เขียนกราฟระหว่างอัตราการเกิดปฏิกิริยา (แกน Y) กับความเข้มข้นของ B (แกน X) จะได้กราฟที่มีความชันเท่ากับศูนย์
- ง. ถ้า $[A]$ ในการทดลองแต่ละครั้งเท่ากัน เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ B เป็น 2 เท่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มเป็น 4 เท่า
4. กำหนดสมการของปฏิกิริยา $Fe (s) + 2HCl (aq) \rightarrow FeCl_2 (s) + H_2 (g)$ จากการทดลอง ถ้าใช้เวลา 20 วินาที ใช้ Fe หมดไป 5.6 กรัม อัตราการลดลงของ HCl และอัตราการเกิดปฏิกิริยาเฉลี่ยเท่ากับเท่าไร (Fe=56)
- ก. 0.005 mol/s , 0.005 mol/s
- ข. 2.25×10^{-5} mol/s , 0.003 mol/s
- ค. 1.0×10^{-2} mol/s , 0.005 mol/s
- ง. 0.002 mol/s, 0.005 mol/s
6. การทดลองในข้อใดมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่สูงที่สุดที่อุณหภูมิเดียวกัน
- ก. ใส่สังกะสีผงละเอียดหนัก 1 กรัม ลงในกรด HCl 0.1 mol/dm³
- ข. ใส่สังกะสีผงละเอียดหนัก 1 กรัม ลงในกรด HCl 0.2 mol/dm³
- ค. ใส่แผ่นสังกะสี 1 ชิ้น หนัก 1 กรัม ลงในกรด HCl 0.1 mol/dm³
- ง. ใส่แผ่นสังกะสี 2 ชิ้น หนัก 0.5 กรัม ลงในกรด HCl 0.2 mol/dm³
7. เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้นด้วยเพราะเหตุผลข้อใด
- ก. โมเลกุลที่มีพลังงานสูงกว่าพลังงานกระตุ้นชนกันมากขึ้น
- ข. จำนวนโมเลกุลที่มีพลังงานสูงกว่าพลังงานกระตุ้นเพิ่มมากขึ้น
- ค. จำนวนโมเลกุลที่มีพลังงานสูงกว่าพลังงานกระตุ้นเพิ่มมากขึ้น และมีการชนกันมากขึ้น
- ง. โมเลกุลทั้งหมดของสารตั้งต้นมีพลังงานสูงกว่าพลังงานกระตุ้น และชนกันมากขึ้นอย่างถูกต้องทุกทิศทาง
8. ข้อสรุปใดต่อไปนี้เป็นผิด
- ก. เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้น
- ข. เมื่อโมเลกุลชนกันจะเกิดปฏิกิริยา เพราะพลังงานกระตุ้นลดต่ำลง
- ค. ตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้พลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยาลดลง
- ง. ถ้าพลังงานของสารตั้งต้นมากกว่าสารผลิตภัณฑ์ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน
9. ข้อสรุปใดต่อไปนี้เป็นผิด
- ก. เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้น
- ข. เมื่อโมเลกุลชนกันจะเกิดปฏิกิริยา เพราะพลังงานกระตุ้นลดต่ำลง
- ค. ตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้พลังงานกระตุ้นของปฏิกิริยาลดลง
- ง. ถ้าพลังงานของสารตั้งต้นมากกว่าสารผลิตภัณฑ์ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน

10. กำหนดค่าพลังงานพันธะต่อไปนี้

พันธะ	พลังงานพันธะ (kJ/mol)
A- A	151
B-B	436
A-B	293

ข้อใดถูกสำหรับปฏิกิริยา $A_2(g) + B_2(g) \rightarrow 2AB(g)$

- เมื่อเติมตัวเร่งปฏิกิริยาจะทำให้พลังงานก่อกัมมันต์ลดลง
- พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาไปข้างหน้ามีค่าน้อยกว่าของปฏิกิริยาย้อนกลับ ถ้าปฏิกิริยาผันกลับได้
- อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้าจะช้ากว่าปฏิกิริยาย้อนกลับ ถ้าปฏิกิริยาผันกลับได้
- ปฏิกิริยานี้ดูดความร้อน 152 kJ

ก. 1 และ 2

ข. 3 และ 4

ค. 1 , 3 และ 4

ง. 1 , 2 และ 4

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4

รายวิชาเคมี

รหัสวิชา ว30223

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนสตรีศึกษา

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ภาคเรียนที่ 1

สาระที่ 3 หน่วยที่ 1

เรื่อง อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

เวลา 2.00 ชั่วโมง

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.4-6 สำรวจ ตรวจสอบ อภิปรายและอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การนำความรู้เกี่ยวกับการควบคุมอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังปลายทาง

อธิบายผลของพื้นที่ผิวและความเข้มข้นของสาร อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังนำทาง

อธิบายผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

เนื้อหา (รายละเอียดของเนื้อหา อยู่ในใบความรู้ที่ 3 และ 4)

- อุณหภูมิกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- การอธิบายผลของความเข้มข้นต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

ครูทบทวนเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาซึ่ง ได้แก่ ความเข้มข้นหรือพื้นที่ผิวของสารตั้งต้น แล้วตั้งคำถามให้นักเรียนคิดต่อไปว่ายังมีปัจจัยอื่นๆ อีกหรือไม่ที่ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลง (อุณหภูมิ ตัวเร่งปฏิกิริยา ตัวหน่วงปฏิกิริยา)

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูยกตัวอย่างการเกิดปฏิกิริยาของโลหะแมกนีเซียมในอากาศที่อุณหภูมิห้องกับการเผา

โลหะแมกนีเซียมในอากาศตามรายละเอียดในบทเรียน หรือทบทวนการเกิดปฏิกิริยาระหว่างโลหะแมกนีเซียมกับน้ำร้อนและน้ำเย็นที่เคยทำการทดลองมาแล้ว เพื่อนำเข้าสู่การทดลอง 6.4

2. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 4 - 5 กลุ่มๆ ละ 4-5 คนและทำการทดลอง 6.4 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดซัลฟิวริกกับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่อุณหภูมิต่างๆ

การทดลอง 6.4 อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดซัลฟิวริกกับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่อุณหภูมิต่างๆ

การทดลองนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
2. สรุปผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

เวลาที่ใช้	อภิปรายก่อนการทดลอง	5	นาที
	ทดลอง	30	นาที
	อภิปรายหลังการทดลอง	15	นาที
	รวม	50	นาที

สารเคมีและอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. สารละลายกรดออกซาลิก 0.05 mol/dm^3	2 cm^3
2. สารละลายกรดซัลฟิวริก 1.0 mol/dm^3	1 cm^3
3. สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.005 mol/dm^3	2 cm^3
4. น้ำแข็ง	3-4 ก้อน
อุปกรณ์	
1. หลอดทดลองขนาดเล็ก	4 หลอด
2. ปีกเกอร์ขนาด 100 cm^3	1 ใบ
3. นาฬิกาจับเวลาที่มีเข็มวินาที	1 เรือน
4. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่กั้นลม	1 ชุด
5. หลอดหยด	3 หลอด
6. เทอร์มอมิเตอร์ $0-100^\circ\text{C}$	1 แท่ง

3. ก่อนทำการทดลองครูได้เตรียมสารล่วงหน้า ดังนี้

3.1 สารละลายกรดออกซาลิก 0.05 mol/dm^3 50 cm^3 โดยละลายกรดออกซาลิก 0.22 g ในน้ำให้ได้สารละลายปริมาตร 50 cm^3

3.2 สารละลายกรดซัลฟิวริก 1.0 mol/dm^3 25 cm^3 โดยใช้กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (18 mol/dm^3) 1.4 cm^3 ในน้ำให้ได้ปริมาตร 25 cm^3

3.3 สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.005 mol/dm^3 50 cm^3 โดยละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.04 g ในน้ำปริมาตร 50 cm^3

3.4 เตรียมน้ำแข็งไว้ผสมกับน้ำและต้มน้ำร้อนไว้ก่อนทำการทดลอง

สารละลายในข้อ 3.1, 3.2 และ 3.3 ควรเตรียมให้มีมากพอเพื่อนำไปใช้ในการทดลอง 6.4

4. ครูนำอภิปรายก่อนการทดลอง เพื่อแนะนำเกี่ยวกับการทดลอง ดังนี้

4.1 เมื่อจะทำการทดลองที่อุณหภูมิใด ต้องทำให้สารละลายทั้งสองชนิดที่ผสมกันมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมินั้นก่อน โดยนำหลอดทดลองที่บรรจุสารละลายแต่ละชนิดแช่ในบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำที่อุณหภูมินั้นสักครู่แล้วจึงเทสารละลายผสมกัน

4.2 ให้ทำการทดลองที่อุณหภูมิสูงก่อน เมื่อต้องการทดลองที่อุณหภูมิต่ำให้เติมน้ำเย็นลงไป สำหรับการทดลองที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิห้องให้ใช้น้ำแข็งผสมกับน้ำ

5. นักเรียนทำการทดลองตามรายละเอียดการทดลอง 6.4 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีระหว่างกรดซาลิลิกกับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่อุณหภูมิต่างๆ ในหนังสือเรียน และบันทึกผลการทดลอง ตัวอย่างผลการทดลองของนักเรียน เป็นดังนี้

อุณหภูมิที่ทดลอง ($^{\circ}\text{C}$)	ระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยา (s)
20	327
อุณหภูมิห้อง	134
40	55
60	21

6. จากผลการทดลองครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลการทดลองตามแนวคำถามท้ายการทดลอง แล้วนำข้อสรุปมาอภิปรายร่วมกัน ซึ่งควรสรุปได้ ดังนี้

- ที่อุณหภูมิต่ำ ปฏิกิริยาระหว่างกรดออกซาลิกกับโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตเกิดขึ้นช้ากว่าที่อุณหภูมิสูงขึ้น และลดลงเมื่ออุณหภูมิต่ำลง จึงสรุปได้ว่าอุณหภูมิ มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

7. ครูนำอภิปรายต่อไปถึงผลของอุณหภูมิที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี โดยใช้ทฤษฎีจลน์ และการชนกันของอนุภาคตามรายละเอียดในใบความรู้ที่ 3 และ 4 เพื่อให้ได้ข้อสรุปว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นโมเลกุลที่มีพลังงานสูงและเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็วสูงมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น จึงมีโอกาสชนกันได้มากขึ้น และเมื่อชนกันแล้วทำให้โมเลกุลที่มีพลังงานสูงเท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์มีมากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีจึงมีค่าสูงขึ้น

8. ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนสอบถามเนื้อหา เรื่อง อุณหภูมิของสารกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ว่ามีส่วนไหนที่ยังไม่เข้าใจและให้ความรู้เพิ่มเติมในส่วนนั้น

3. ขั้นลงข้อสรุป

1. ครูให้นักเรียนเขียนสรุปความเกี่ยวกับการทดลองที่ได้ทำมาแล้วและทำแบบฝึกเสริมประสบการณ์ ส่งครู

2. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาความรู้ เรื่อง ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาเคมี ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
2. ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง การอธิบายผลของปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
3. หนังสือเรียนวิชาเคมี 3 ของ สสวท.
4. อุปกรณ์การทดลองที่ 6.4 / ใบบันทึกกิจกรรม/การทดลอง

การวัดผลประเมินผล

การวัดผลประเมินผล ด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความ เข้าใจ	1.วัดจากแบบฝึกเสริม ประสบการณ์ 2. วัดจากการตรวจใบ บันทึกกิจกรรม/การทดลอง	1.แบบฝึกหัดเสริมฯ 2. บันทึกกิจกรรม/การ ทดลอง	1. ทำได้ถูกต้อง 70 % ขึ้นไป 2. ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
2. ด้านทักษะ กระบวนการ	สังเกตจากการปฏิบัติการ ทดลอง	แบบสังเกตพฤติกรรม การทำงาน/ทดลอง	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะที่ พึงประสงค์	การสังเกตพฤติกรรมความ สนใจ และตั้งใจเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรม ความสนใจและตั้งใจ เรียน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป

บันทึกหลังสอน
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการเรียนรู้

- ☒ สอนได้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ มีจุดประสงค์ K P A
- ☒ มีการบูรณาการ คุณธรรม / การต้านการทุจริต / หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
- ☐ สอนไม่ได้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เนื่องจาก

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน

- ☒ จำนวนนักเรียนที่ผ่านการประเมิน101..... คน คิดเป็นร้อยละ100.....
- ☐ จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน คน คิดเป็นร้อยละ
- ☐ อื่น ๆ

3. ปัญหาและอุปสรรค

- ☐ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ไม่เหมาะสมกับเวลา
- ☒ มีนักเรียนทำใบงาน/ใบกิจกรรมไม่ทันตามกำหนดเวลา
- ☐ มีนักเรียนที่ไม่สนใจเรียน
- ☐ อื่น ๆ

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

- ☐ ควรนำแผนไปปรับปรุง เรื่อง
- ☐ แนวทางแก้ไขนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน/ไม่สนใจ

เรียน

- ☐ ไม่มีข้อเสนอแนะ


ลงชื่อ ผู้บันทึก
(นางศิริการณ์ รุ่งศรี)
ครูผู้สอน

บันทึกหลังการสอน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ ได้รับการพิจารณาจากหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้และฝ่ายวิชาการ แล้ว

ลงชื่อ



(นางธนพร สนามพล)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

ลงชื่อ



(นายจักรวาล เจริญทอง)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

สาระการเรียนรู้เคมีเพิ่มเติม	ใบความรู้	ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
รหัสวิชา ว30223	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1
เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี		

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

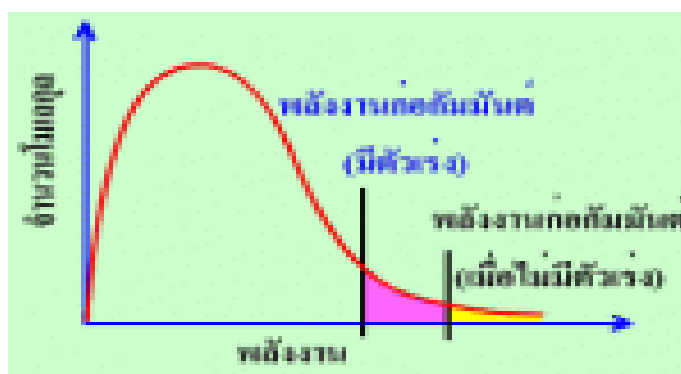
1. ชนิดของสารตั้งต้น สารตั้งต้นแต่ละชนิดจะมีความสามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีที่แตกต่างกัน โดยสารตั้งต้นชนิดหนึ่งอาจจะสามารถเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกับสารชนิดหนึ่ง แต่อาจเกิดปฏิกิริยาได้ช้ากับสารอีกชนิดหนึ่งก็ได้ ตัวอย่างเช่น โลหะแมกนีเซียมจะสามารถทำปฏิกิริยาได้ดีกับสารละลายกรดเกิดเป็นแก๊สไฮโดรเจน แต่แมกนีเซียมจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ช้ามาก หรือการที่โลหะ โซเดียมที่สามารถทำปฏิกิริยากับน้ำได้อย่างรวดเร็วมาก ขณะที่โลหะแมกนีเซียมจะทำปฏิกิริยากับน้ำได้ช้า เป็นต้น

2. ความเข้มข้นของสารตั้งต้น ปฏิกิริยาโดยส่วนมากจะเกิดได้เร็วมากขึ้น ถ้าหากเราใช้สารตั้งต้นมีความเข้มข้นมากขึ้น เนื่องจากการเพิ่มความเข้มข้นของสารจะทำให้มีอนุภาคของสารอยู่รวมกันอย่างหนาแน่นมากขึ้น อนุภาคของสารจึงมีโอกาสชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยาได้มากขึ้น

3. อุณหภูมิ หรือ พลังงานความร้อนจะมีผลต่อพลังงานภายในสาร โดยการเพิ่มอุณหภูมิจะเป็นการเพิ่มพลังงานจลน์ให้แก่อนุภาคของสารทำให้ อนุภาคของสารเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น จึงช่วยเพิ่มโอกาสในการชนกันของอนุภาคมากขึ้น นอกจากนี้การเพิ่มพลังงานให้แก่สารจะช่วยทำให้สารมีพลังงานภายในมากกว่าค่า พลังงานก่อกัมมันต์จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้นได้ เช่น การเก็บอาหารในตู้เย็นเพื่อป้องกันการเน่าเสีย เป็นต้น

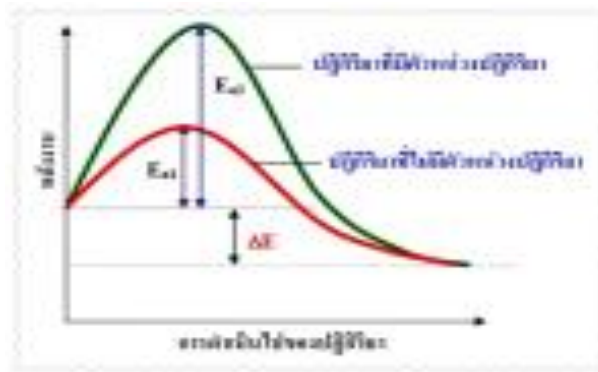
4. ตัวเร่งปฏิกิริยา เป็นสารที่เติมลงไปในปฏิกิริยาโดยสารเหล่านี้จะไม่มีผลต่อการเกิดผลิตภัณฑ์ ของปฏิกิริยาทำให้ปฏิกิริยาแต่จะมีผลไปลดค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา แต่จะมีผลไปลดค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาทำให้ปฏิกิริยานั้นเกิดได้ ง่ายมากขึ้น และหลังจากการเกิดปฏิกิริยาแล้ว ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใส่ลงไปจะยังคงมีสมบัติและปริมาณเหมือนเดิม โดยตัวเร่งปฏิกิริยาที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ เอนไซม์ต่าง ๆ ในร่างกายของเราซึ่งมีลักษณะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาช่วยให้เกิดการย่อยอาหาร ได้เร็วมากขึ้น เป็นต้น

ตัวอย่าง

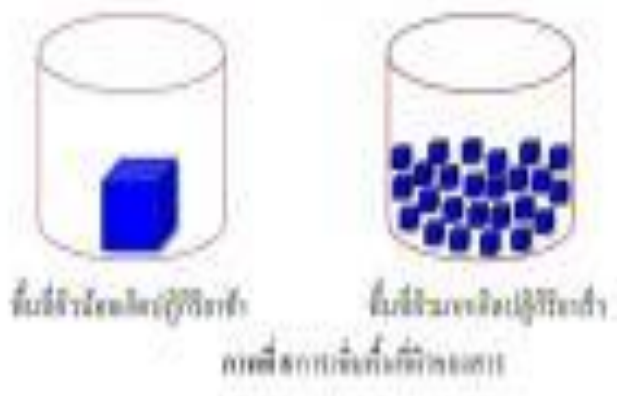


5. ตัวหน่วงปฏิกิริยา เป็นสารที่เติมลงไปในปฏิกิริยาโดยที่สารเหล่านี้จะไม่มีผลต่อการเกิด ผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยา แต่จะมีผลไปเพิ่มค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา จึงทำให้สารเกิดปฏิกิริยาได้ยากขึ้นหรือมีผลยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาแล้ว ตัวหน่วงปฏิกิริยาทางเคมีและมีมวลเท่าเดิม แต่อาจมีสมบัติทางภาพบางอย่างเปลี่ยนแปลงไป เช่น มีขนาด หรือรูปร่างเปลี่ยนไป โดยตัวหน่วงปฏิกิริยาที่พบได้ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ สารกันบูดในอาหาร ที่ช่วยยับยั้งปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดการเน่าเสียของอาหาร เป็นต้น

ตัวอย่าง



6. พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น ในกรณีที่สารตั้งต้นเป็นของแข็ง การเพิ่มพื้นที่ผิวของสารจะช่วยให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้นได้ เนื่องจากพื้นที่ผิวที่เพิ่มขึ้นจะทำให้สารมีพื้นที่สำหรับการเข้าทำ ปฏิกิริยากันได้มากขึ้น ตัวอย่างเช่น การเคี้ยวอาหารให้ละเอียดก่อนกลืน จะช่วยทำให้อาหารมีขนาดเล็กลง และมีพื้นที่ผิวเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้น้ำย่อยในระบบทางเดินอาหารสามารถเข้าย่อยอาหารได้ง่ายขึ้น เป็นต้น



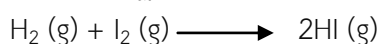
7. ความดัน จะมีผลทำให้สารที่เป็นแก๊สสามารถทำปฏิกิริยากันได้ดีขึ้น เนื่องจากการเพิ่มความดันจะช่วยทำให้โมเลกุลของแก๊สเข้าอยู่มาอยู่ใกล้ชิด กันมากขึ้น มีจำนวนโมเลกุลของแก๊สต่อหน่วยพื้นที่เพิ่มขึ้น จึงมีโอกาสชนกันและเกิดปฏิกิริยาเคมีมากขึ้น ซึ่งลักษณะเช่นนี้ก็คล้ายกับกรณีที่สารที่มีความเข้มข้นมากจะสามารถเกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น

สาระการเรียนรู้เคมีเพิ่มเติม	ใบงาน	ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4
รหัสวิชา ว30223	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1

ข้อที่ 1. เมื่อเผาผงเหล็กกับแก๊สออกซิเจนจะเกิดการลุกไหม้ทันที แต่ถ้าเผาตะปูเหล็กแทนผงเหล็กปฏิกิริยาจะเกิดช้ามาก เป็นเพราะเหตุใด

คำตอบ ปฏิกิริยาระหว่างเหล็กกับแก๊สออกซิเจนเป็นปฏิกิริยาระหว่างสารตั้งต้นมีสถานะแตกต่างกันอัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัสของสารตั้งต้น ผงเหล็กมีพื้นที่ผิวสัมผัสมากกว่า ตะปูเหล็กที่มีมวลเท่ากันจึงทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจนได้เร็วกว่าตะปูเหล็ก

ข้อที่ 2. พิจารณาปฏิกิริยาระหว่างแก๊สไฮโดรเจนกับไอโอดีนที่อุณหภูมิ 458 °C ดังสมการ



ถ้าลดจำนวนโมเลกุลของ H_2 ที่อยู่ในภาชนะเดิมให้เหลือเป็นครึ่งหนึ่งของจำนวนเดิม จะมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาอย่างไร จงอธิบาย

คำตอบ การลดจำนวนโมเลกุลของ H_2 ที่อยู่ในภาชนะเดิมเป็นการลดความเข้มข้น H_2 อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงควรลดลง ถ้าอัตราการเกิดปฏิกิริยานี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแก๊ส H_2

ข้อที่ 3. เมื่อเผาโลหะ A ในอากาศจะลุกไหม้อย่างรวดเร็วได้ออกไซด์ของโลหะ A แต่เมื่อวางโลหะ A ไว้ในอากาศจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนอย่างช้าๆ เพราะเหตุใด

คำตอบ เมื่อเผาโลหะ A เป็นการเพิ่มพลังงานจำนวนมากให้กับอนุภาคของสารตั้งต้น ทำให้มีจำนวนอนุภาคที่มีพลังงานสูงพอที่จะเกิดปฏิกิริยาได้มากขึ้น รวมทั้งโอกาสที่อนุภาคจะเกิดการชนกันก็มีมากขึ้น จึงทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เร็วกว่าเมื่อวางโลหะ A ไว้ในอากาศซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

ภาคเรียนที่ 1

เวลา 4.00 ชั่วโมง

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนสถานะของสาร การเกิดสารละลาย การเกิดปฏิกิริยาเคมี มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้น ม.4-6 สำรวจ ตรวจสอบ อภิปรายและอธิบายอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี การนำความรู้เกี่ยวกับการควบคุมอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีไปใช้ประโยชน์ในชีวิตประจำวัน

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังปลายทาง

อธิบายผลของพื้นที่ผิวและความเข้มข้นของสาร อุณหภูมิ ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยาที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังนำทาง

1. อธิบายผลของตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยาต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
2. อธิบายความหมายและหน้าที่ของตัวเร่งปฏิกิริยาและตัวหน่วงปฏิกิริยาได้

เนื้อหา

- ตัวเร่งและตัวหน่วงปฏิกิริยากับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี
- การอธิบายผลของตัวเร่งปฏิกิริยาต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การจัดกระบวนการเรียนรู้

1. ขั้นสร้างความสนใจ

ครูทบทวนเกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาซึ่ง ได้แก่ ความเข้มข้น พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น อุณหภูมิแล้วอภิปรายต่อไปเพื่อให้เกิดแนวคิดว่า ในบางปฏิกิริยาการเติมสารบางชนิดลงไปอาจมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

2. ขั้นสำรวจและค้นหา

1. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 4 - 5 กลุ่มๆ ละ 4-5 คนและทำการทดลอง 6.5 เรื่อง ผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การทดลอง 6.5 ผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การทดลองนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้
2. อธิบายหน้าที่ของแมงกานีส (II) ซัลเฟต และโซเดียมฟูออไรด์ในปฏิกิริยาที่ทำการทดลองได้
3. สรุปผลของสารบางชนิดที่มีต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีได้

เวลาที่ใช้	อภิปรายก่อนการทดลอง	5	นาที
	ทดลอง	30	นาที
	อภิปรายหลังการทดลอง	15	นาที
	รวม	50	นาที

สารเคมีและอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. สารละลายกรดออกซาลิก 0.05 mol/dm^3	20 หยด
2. สารละลายกรดซัลฟิวริก 1.0 mol/dm^3	10 หยด
3. สารละลายโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนต 0.005 mol/dm^3	20 หยด
4. สารละลายแมงกานีส (II) ซัลเฟต 0.1 mol/dm^3	3 หยด
5. ผงโซเดียมคลอไรด์	0.1 g
6. สารละลายกรดแอสติค 0.5 mol/dm^3	6 cm^3
7. เปลือกไข่ที่แห้งและบดละเอียด	2 g
อุปกรณ์	
1. หลอดทดลองขนาดกลาง	4 หลอด
2. กระบอกตวงขนาด 10 cm^3	1 ใบ
3. นาฬิกาจับเวลาที่มีเข็มวินาที	1 เรือน
4. โกร่งพร้อมที่บิด	1 ชุด
5. หลอดหยด	1 อัน
6. เครื่องชั่ง	1 เครื่อง

2. ก่อนทำการทดลองครูได้เตรียมสารล่วงหน้า ดังนี้

2.1 สารละลายกรดออกซาลิก กรดซัลฟิวริก และโพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนตที่เตรียมไว้ในการทดลอง 6.4

2.2 สารละลายแมงกานีส (II) ซัลเฟต 0.1 mol/dm^3 จำนวน 10 cm^3 โดยละลาย $\text{MnSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0.24 g ในน้ำให้ได้ปริมาตร 10 cm^3 (หรือละลายแมงกานีส (II) ซัลเฟต) ที่มีสูตรเป็น $\text{MnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.28 g ในน้ำให้ได้ปริมาตร 10 cm^3

2.3 เตรียมสารละลายกรดแอสติค 0.5 mol/dm^3 100 cm^3 โดยละลายกรดแอสติคเข้มข้น (17.5 mol/dm^3) 2.85 cm^3 ในน้ำปริมาตร 100 cm^3

2.4 เปลือกไข่ที่สะอาดและแห้ง ทำได้โดยลอกเยื่อด้านในของเปลือกไข่ออกแล้วตากให้แห้งและบดให้ละเอียด

3. นักเรียนทำการทดลองตามรายละเอียดการทดลอง 6.5 เรื่อง ผลของสารบางชนิดต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี ในหนังสือเรียน และบันทึกผลการทดลอง

4. ตัวอย่างผลการทดลองของนักเรียน เป็นดังนี้

4.1 ตัวอย่างผลการทดลองตอนที่ 1

หลอดที่	สารที่ทำปฏิกิริยา	ระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยา (s)
1	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4$	201
2	$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KMnO}_4 + \text{MnSO}_4$	36

4.2 ตัวอย่างผลการทดลองตอนที่ 2

หลอดที่	สารที่ทำปฏิกิริยา	ระยะเวลาในการเกิดปฏิกิริยา (s)
1	เปลือกไข่กับกรดแอสติค	มีฟองแก๊สเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว
2	เปลือกไข่ผสมโซเดียมฟอไรด์กับกรดแอสติค	มีฟองแก๊สเกิดขึ้นอย่างช้าๆ

5. จากผลการทดลองครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลการทดลองตามแนวคำถามท้ายการทดลอง แล้วนำข้อสรุปมาอภิปรายร่วมกัน ซึ่งสรุปได้ ดังนี้

- ตอนที่ 1 ปฏิกิริยาในหลอดที่ 2 เกิดเร็วกว่าหลอดที่ 1 เป็นผลจากการเติมแมงกานีส (II) ซัลเฟต
- ตอนที่ 2 ปฏิกิริยาในหลอดที่ 2 เกิดช้ากว่าในหลอดที่ 1 เป็นผลจากการเติมโซเดียมฟอไรด์

6. จากผลการทดลองช่วยสรุปได้ว่า แมงกานีส (II) ซัลเฟตและโซเดียมฟอไรด์มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา โดยแมงกานีส (II) ซัลเฟตทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้นจึงเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

ส่วนโซเดียมฟอไรด์ทำให้เกิดปฏิกิริยาช้าลงจึงเป็นตัวหน่วงปฏิกิริยา

7. ครูให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 4 - 5 กลุ่มๆ ละ 4-5 คนและทำการทดลอง 6.6 เรื่อง สมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยา

การทดลองที่ 6.6 สมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยา

การทดลองนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปลี่ยนแปลงของตัวเร่งปฏิกิริยาในการเกิดปฏิกิริยา

จุดประสงค์การทดลอง

1. ทำการทดลองเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวเร่งปฏิกิริยาในระหว่างเกิดปฏิกิริยาได้
2. บอกหน้าที่ของโคบอล (II) คลอไรด์ในปฏิกิริยาที่ทำการทดลองได้
3. อภิปรายการเปลี่ยนแปลงของตัวเร่งปฏิกิริยาในขณะที่ปฏิกิริยาดำเนินไปได้
4. บอกสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยาเมื่อปฏิกิริยาลิ้นสุดได้
5. สรุปสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยาได้

เวลาที่ใช้	อภิปรายก่อนการทดลอง	5	นาที
	ทดลอง	20	นาที
	อภิปรายหลังการทดลอง	10	นาที
	รวม	35	นาที

สารเคมีและอุปกรณ์

รายการ	ต่อ 1 กลุ่ม
สารเคมี	
1. โซเดียมโพแทสเซียมทาร์เทรต	0.5 g
2. สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้นร้อยละ 6	4 cm ³
3. สารละลายโคบอล (II) คลอไรด์ 0.1 mol/dm ³	2 หยด
4. น้ำกลั่น	5 cm ³
อุปกรณ์	
1. หลอดทดลองขนาดกลาง	2 หลอด
2. ปีกเกอร์ขนาด 250 cm ³	1 ใบ
3. ตะเกียงแอลกอฮอล์พร้อมที่ก้นลม	1 ชุด
4. กระบอกตวงขนาด 10 cm ³	1 ใบ
5. ที่จับหลอดทดลอง	1 อัน
6. เทอร์มอมิเตอร์ 0-100 °C	1 แท่ง
7. หลอดหยด	1 อัน

8. ก่อนทำการทดลองครูได้เตรียมสารล่วงหน้า ดังนี้

- เตรียมสารละลายโคบอล (II) คลอไรด์ 0.1 mol/dm³ 25 cm³ โดยละลายโคบอล (II) คลอไรด์ (CoCl₂·6H₂O) 0.6 g ในน้ำให้ได้ปริมาตร 25 cm³ (ถ้าเป็น CoCl₂·2H₂O จะต้องใช้ 0.42 g) สารนี้ควรเตรียมใหม่จึงจะได้ผลดี

9. ครูนำอภิปรายก่อนการทดลอง เพื่อแนะนำเกี่ยวกับการทดลอง ดังนี้

9.1 สังเกตการเปลี่ยนแปลงอย่างละเอียดตลอดเวลาที่ปฏิกิริยาดำเนินไปและบันทึกผลที่สังเกตได้ตั้งแต่เริ่มต้นจนปฏิกิริยาสิ้นสุด

9.2 ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ที่ใช้เป็นชนิดเข้มข้น ควรระวังอย่าให้ถูกผิวหนัง เพราะจะทำให้เกิดการระคายเคือง โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นเนื้อเยื่ออ่อน ถ้าหยดถูกผิวหนังให้ใช้น้ำล้างออกทันที

9.3 การเปิดจุดขวดใส่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ต้องทำด้วยความระมัดระวัง บางครั้งความดันของแก๊สภายในขวดอาจดันให้ขวดพุ่งออกมาเข้าตาหรือถูกผิวหนังได้ การป้องกันอาจทำได้โดยนำขวดสารแช่ในน้ำเย็นจัดสักครู่แล้วจึงเปิดขวดอย่างช้าๆ โดยเอียงปากขวดไปในทิศทางที่ไม่มีคน

9.4 เมื่อใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์แล้วต้องรีบปิดขวดให้สนิท เพราะไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารที่ไม่อยู่ตัวที่อุณหภูมิห้อง จะสลายตัวให้แก๊สออกซิเจนและน้ำดังนี้



10. นักเรียนทำการทดลองตามรายละเอียดการทดลอง 6.6 เรื่อง สมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยา ในหนังสือเรียน และบันทึกผลการทดลอง

11. ตัวอย่างผลการทดลองของนักเรียน เป็นดังนี้
 - 11.1 เกิดฟองแก๊สไม่มีสีทั้งสองหลอด
 - 11.2 หลอดที่เติมโคบอลต์ (II) คลอไรด์ ปฏิกริยาเกิดได้เร็วกว่าหลอดที่ไม่เติม
 - 11.3 ขณะเกิดปฏิกริยาสังเกตได้ว่าสารละลายซึ่งมีสีชมพูเปลี่ยนเป็นสีเขียวชั่วขณะหนึ่งแล้วเปลี่ยนกลับเป็นสีชมพูที่มีความเข้มของสีเท่าเดิม
12. จากผลการทดลองครูให้นักเรียนแต่ละกลุ่มอภิปรายผลการทดลองตามแนวคำถามท้ายการทดลอง แล้วนำข้อสรุปมาอภิปรายร่วมกัน ซึ่งควรสรุปได้ ดังนี้
 - 12.1 ปฏิกริยาในหลอดที่ 1 เกิดเร็วกว่าหลอดที่ 2 มาก เพราะมีโคบอล (II) คลอไรด์ เป็นตัวเร่งปฏิกริยา
 - 12.2 สารละลายโคบอล (II) คลอไรด์เปลี่ยนเป็นสีเขียวขณะที่ปฏิกริยาดำเนินไป เมื่อปฏิกริยาสิ้นสุดลงจะกลับเป็นสีชมพูเหมือนเดิมและความเข้มสีเท่าเดิม แสดงว่าขณะที่ปฏิกริยาดำเนินไป ตัวเร่งปฏิกริยาจะเข้ามามีส่วนร่วมในปฏิกริยาด้วย แต่เมื่อปฏิกริยาสิ้นสุดแล้วจะกลับเป็นสารเดิมและมีปริมาณเท่ากับเมื่อตอนเริ่มต้น
13. ครูนำอภิปรายถึงประโยชน์ของตัวเร่งปฏิกริยาและตัวหน่วงปฏิกริยา แล้วร่วมกันสรุปปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมีตามรายละเอียดในใบความรู้ที่ 3 และ 4

3. ขั้นลงข้อสรุป

1. ครูให้นักเรียนเขียนสรุปความเกี่ยวกับการทดลองที่ได้ทำมาแล้วส่งครู
2. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปทบทวนเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง อัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี เพื่อเตรียมสอบเก็บคะแนนประจำหน่วย
3. ครูมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาความรู้ เรื่อง การเปลี่ยนแปลงที่ผันกลับได้-สมดุลเคมี ซึ่งจะเรียนในคาบต่อไปมาล่วงหน้า

สื่อการเรียนการสอน

1. ใบความรู้ที่ 3 เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี
2. ใบความรู้ที่ 4 เรื่อง การอธิบายผลของปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกริยาเคมี
3. หนังสือเรียนวิชาเคมี 3 ของ สสวท.
4. อุปกรณ์การทดลองที่ 6.5 และ 6.6 / ใบบันทึกกิจกรรม/การทดลอง

การวัดผลประเมินผล

การวัดผลประเมินผล ด้าน	วิธีการวัด	เครื่องมือวัด	เกณฑ์การผ่าน
1. ด้านความรู้ความเข้าใจ	1.การเขียนสรุปความคิดรวบยอด 2. วัดจากการตรวจใบบันทึกกิจกรรม/การทดลอง	1.แบบสรุปความคิดรวบยอด 2. บันทึกกิจกรรม/การทดลอง	1. ทำได้ครบถ้วนถูกต้อง 70 % ขึ้นไป 2. ทำถูกต้อง 60% ขึ้นไป
2. ด้านทักษะกระบวนการ	สังเกตจากการปฏิบัติการทดลอง	แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงาน/ทดลอง	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป
3. ด้านคุณลักษณะที่พึงประสงค์	การสังเกตพฤติกรรมความสนใจ และตั้งใจเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมความสนใจและตั้งใจเรียน	ได้คะแนนในระดับ 2 ขึ้นไป

บันทึกหลังสอน
แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1. ผลการเรียนรู้

- ☒ สอนได้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ มีจุดประสงค์ K P A
- ☒ มีการบูรณาการ คุณธรรม / การต้านการทุจริต / หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
- ☐ สอนไม่ได้ตามแผนการจัดการเรียนรู้ เนื่องจาก

2. ผลการเรียนรู้ของนักเรียน

- ☒ จำนวนนักเรียนที่ผ่านการประเมิน101..... คน คิดเป็นร้อยละ100.....
- ☐ จำนวนนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน คน คิดเป็นร้อยละ
- ☐ อื่น ๆ

3. ปัญหาและอุปสรรค

- ☐ กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ ไม่เหมาะสมกับเวลา
- ☒ มีนักเรียนทำใบงาน/ใบกิจกรรมไม่ทันตามกำหนดเวลา
- ☐ มีนักเรียนที่ไม่สนใจเรียน
- ☐ อื่น ๆ

4. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

- ☐ ควรนำแผนไปปรับปรุง เรื่อง
- ☐ แนวทางแก้ไขนักเรียนที่ไม่ผ่านการประเมิน/ไม่สนใจ

เรียน

- ☐ ไม่มีข้อเสนอแนะ

ลงชื่อ ผู้บันทึก
(นางสิริภรณ์ รุ่งศรี)
ครูผู้สอน

บันทึกหลังการสอน ตามแผนการจัดการเรียนรู้ฉบับนี้ ได้รับการพิจารณาจากหัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้และฝ่ายวิชาการ แล้ว

ลงชื่อ



(นางธนพร สนามพล)

หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



(นายประภาส ศรีทอง)

รองผู้อำนวยการกลุ่มบริหารวิชาการ

ลงชื่อ



(นายจักรวาล เจริญทอง)

ผู้อำนวยการโรงเรียนสตรีศึกษา

สาระการเรียนรู้เคมีเพิ่มเติม	ใบความรู้	ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
รหัสวิชา ว30223	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1
เรื่อง ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี		

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

1. ชนิดของสารตั้งต้น สารตั้งต้นแต่ละชนิดจะมีความสามารถเกิดปฏิกิริยาเคมีที่ต่างกัน โดยสารตั้งต้นชนิดหนึ่งอาจจะสามารถเกิดปฏิกิริยาได้เร็วกับสารชนิดหนึ่ง แต่อาจเกิดปฏิกิริยาได้ช้ากับสารอีกชนิดหนึ่งก็ได้ ตัวอย่างเช่น โลหะแมกนีเซียมจะสามารถทำปฏิกิริยาได้ดีกับสารละลายกรดเกิดเป็นแก๊สไฮโดรเจน แต่แมกนีเซียมจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้ช้ามาก หรือการที่โลหะ โซเดียมที่สามารถทำปฏิกิริยากับน้ำได้อย่างรวดเร็วมาก ขณะที่โลหะแมกนีเซียมจะทำปฏิกิริยากับน้ำได้ช้า เป็นต้น

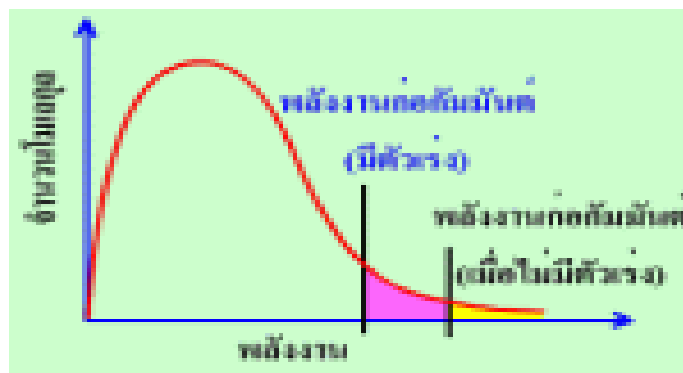
2. ความเข้มข้นของสารตั้งต้น ปฏิกิริยาโดยส่วนมากจะเกิดได้เร็วมากขึ้น ถ้าหากเราใช้สารตั้งต้นมีความเข้มข้นมากขึ้น เนื่องจากการเพิ่มความเข้มข้นของสารจะทำให้มีอนุภาคของสารอยู่รวมกันอย่างหนาแน่นมากขึ้น อนุภาคของสารจึงมีโอกาสชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยาได้มากขึ้น

3. อุณหภูมิ หรือ พลังงานความร้อนจะมีผลต่อพลังงานภายในสาร โดยการเพิ่มอุณหภูมิจะเป็นการเพิ่มพลังงานจลน์ให้แก่อนุภาคของสารทำให้ อนุภาคของสารเคลื่อนที่ได้เร็วขึ้น จึงช่วยเพิ่มโอกาสในการชนกันของอนุภาคมากขึ้น นอกจากนี้การเพิ่มพลังงานให้แก่สารจะช่วยทำให้สารมีพลังงานภายในมากกว่าค่า พลังงานก่อกัมมันต์จึงทำให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้นได้ เช่น การเก็บอาหารในตู้เย็นเพื่อป้องกันการเน่าเสีย เป็นต้น

4. ตัวเร่งปฏิกิริยา เป็นสารที่เติมลงไปในปฏิกิริยาโดยสารเหล่านี้จะไม่มีผลต่อการเกิดผลิตภัณฑ์ ของปฏิกิริยาทำให้ปฏิกิริยาแต่ละจะมีผลไปลดค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา แต่จะมีผลไปลดค่าพลังงาน ก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาทำให้ปฏิกิริยานั้นเกิดได้ ง่ายมากขึ้น และหลังจากการเกิดปฏิกิริยาแล้ว ตัวเร่งปฏิกิริยาที่ใส่ลงไปจะยังคงมีสมบัติและปริมาณเหมือนเดิม โดยตัวเร่งปฏิกิริยาที่สามารถพบได้ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ เอนไซม์ต่าง ๆ ในร่างกายของเราซึ่งมีลักษณะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาช่วยให้เกิดการย่อยอาหาร ได้เร็วมากขึ้น

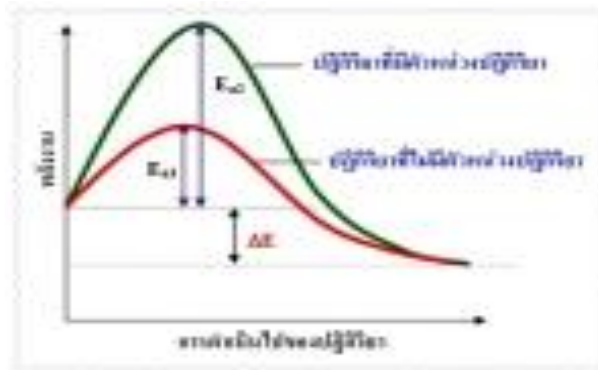
เป็นต้น

ตัวอย่าง

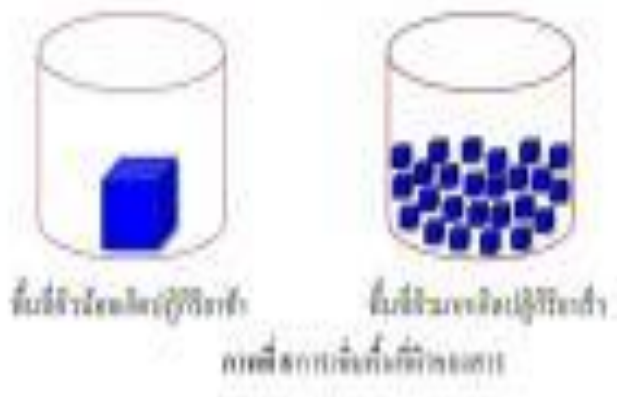


5. ตัวหน่วงปฏิกิริยา เป็นสารที่เติมลงไปในปฏิกิริยาโดยที่สารเหล่านี้จะไม่มีผลต่อการเกิด ผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยา แต่จะมีผลไปเพิ่มค่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา จึงทำให้สารเกิดปฏิกิริยาได้ยากขึ้นหรือมีผลยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาแล้ว ตัวหน่วงปฏิกิริยาทางเคมีและมีมวลเท่าเดิม แต่อาจมีสมบัติทางภาพบางอย่างเปลี่ยนแปลงไป เช่น มีขนาด หรือรูปร่างเปลี่ยนไป โดยตัวหน่วงปฏิกิริยาที่พบในชีวิตประจำวัน ได้แก่ สารกันบูดในอาหาร ที่ช่วยยับยั้งปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดการเน่าเสียของอาหาร เป็นต้น

ตัวอย่าง



6. พื้นที่ผิวของสารตั้งต้น ในกรณีที่สารตั้งต้นเป็นของแข็ง การเพิ่มพื้นที่ผิวของสารจะช่วยให้เกิดปฏิกิริยาเคมีเร็วขึ้นได้ เนื่องจากพื้นที่ผิวที่เพิ่มขึ้นจะทำให้สารมีพื้นที่สำหรับการเข้าทำ ปฏิกิริยากันได้มากขึ้น ตัวอย่างเช่น การเคี้ยวอาหารให้ละเอียดก่อนกลืน จะช่วยทำให้อาหารมีขนาดเล็กลง และมีพื้นที่ผิวเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้น้ำย่อยในระบบทางเดินอาหารสามารถเข้าย่อยอาหารได้ง่ายขึ้น เป็นต้น



7. ความดัน จะมีผลทำให้สารที่เป็นแก๊สสามารถทำปฏิกิริยากันได้ดีขึ้น เนื่องจากการเพิ่มความดันจะช่วยทำให้โมเลกุลของแก๊สเข้าอยู่ใกล้ชิด กันมากขึ้น มีจำนวนโมเลกุลของแก๊สต่อหน่วยพื้นที่เพิ่มขึ้น จึงมีโอกาสชนกันและเกิดปฏิกิริยาเคมีมากขึ้น ซึ่งลักษณะเช่นนี้ก็คล้ายกับกรณีที่สารที่มีความเข้มข้นมากจะสามารถเกิดปฏิกิริยาได้เร็วขึ้น

เรื่อง การอธิบายผลของปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การศึกษาเกี่ยวกับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี นอกจากจะศึกษาว่าปัจจัยใดที่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาแล้ว ยังควรจะรู้ด้วยว่าปัจจัยเหล่านั้นมีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาได้อย่างไร ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การอธิบายผลของความเข้มข้นต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

โดยทั่วไปเมื่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นเพิ่มขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้น เมื่อความเข้มข้นของสารตั้งต้นลดลง อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะลดลงด้วย สามารถอธิบายโดยใช้ทฤษฎีการชนกันของโมเลกุล

การเพิ่มหรือลดความเข้มข้นของสารตั้งต้นก็คือ การเพิ่มหรือลดจำนวนอนุภาคของสารตั้งต้นในระบบนั่นเอง ถ้าเพิ่มความเข้มข้น จำนวนอนุภาคย่อมมากขึ้น โอกาสที่อนุภาคจะชนกันย่อมมากขึ้นด้วย นอกจากนี้เมื่อจำนวนอนุภาคเพิ่มขึ้น อนุภาคส่วนที่มีพลังงานสูงจะมากขึ้นด้วย เมื่ออนุภาคที่มีพลังงานสูงๆ เหล่านี้มาชนกัน

ย่อมทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารตั้งต้นบางครั้ง อาจจะไม่ผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาได้

การอธิบายเหตุผลที่ว่าทำไมอัตราการเกิดปฏิกิริยาบางครั้งขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารตั้งต้นบางตัว โดยใช้ทฤษฎีการชนกันของโมเลกุล ต้องอาศัยรายละเอียดของการเกิดปฏิกิริยา เรียกว่า กลไกของปฏิกิริยา (mechanism) กล่าวคือ การเกิดปฏิกิริยาเคมีนั้น อาจจะได้เกิดขึ้นเพียงขั้นตอนเดียว แต่มีขั้นตอนย่อยหลายๆ ขั้นตอนมารวมกัน และแต่ละขั้นตอนย่อยก็จะมีอัตราการเกิดปฏิกิริยาไม่เท่ากัน แต่จะมีขั้นตอนย่อยหนึ่งที่เกิดปฏิกิริยาช้าที่สุด ซึ่งจะใช้ขั้นนี้เป็นตัวตัดสินอัตราการเกิดปฏิกิริยา เรียกว่า ขั้นตอนdetermining step ถ้าในขั้นตอนย่อยที่เกิดช้าที่สุด มีอนุภาคใดบ้าง ที่ตัว อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนของอนุภาคนั้น

เช่น $2A + B \rightarrow C + D$ อาจจะมีกลไกของการเกิดปฏิกิริยาได้หลายแบบดังนี้

(I) ถ้าปฏิกิริยาเกิดขึ้นเพียงขั้นตอนเดียว คือ A_2 โมเลกุล และ B 1 โมเลกุล เข้ามาชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยา แสดงว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะต้องขึ้นอยู่กับ A_2 โมเลกุล และ B 1 โมเลกุล กฎอัตราเร็วจะเป็น

$$R = k[A]^2 [B]$$

(II) ถ้าปฏิกิริยาเกิดขึ้น 2 ขั้นตอน

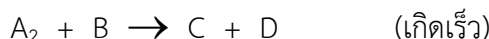


ปฏิกิริยารวม; $2A + B \rightarrow C + D$

ในกรณีนี้อัตราเร็วจะเป็น $R = k [A] [B]$ ทั้งนี้เพราะขั้นที่ใช้ตัดสินอัตราการเกิดปฏิกิริยา คือ ขั้นที่เกิดช้าที่สุด และในขั้นที่เกิดช้ามี A และ B อย่างละ 1 โมเลกุล จึงเขียนกฎอัตราเร็วได้เป็น

$$R = k [A] [B]$$

(III) ถ้าปฏิกิริยาเกิดขึ้น 2 ขั้นตอน



ปฏิกิริยารวม $2A + B \rightarrow C + D$

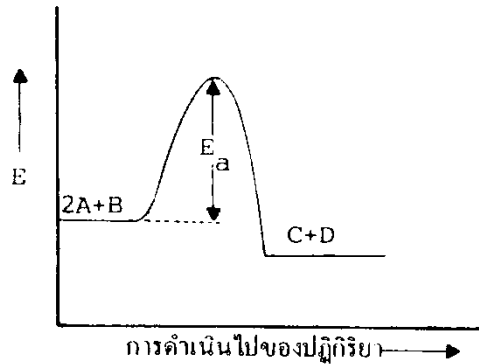
ในกรณีนี้อัตราเร็วจะเป็น $R = k [A]^2$ ทั้งนี้เพราะตอนที่เกิดช้าที่สุดประกอบด้วยอนุภาคของสารตั้งต้น A_2 โมเลกุล อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงขึ้นอยู่กับ A ทั้ง 2 โมเลกุล

กลไกของปฏิกิริยาจะเป็นแบบใด ขึ้นอยู่กับผลการทดลองซึ่งจะสอดคล้องกับกฎอัตราเร็ว

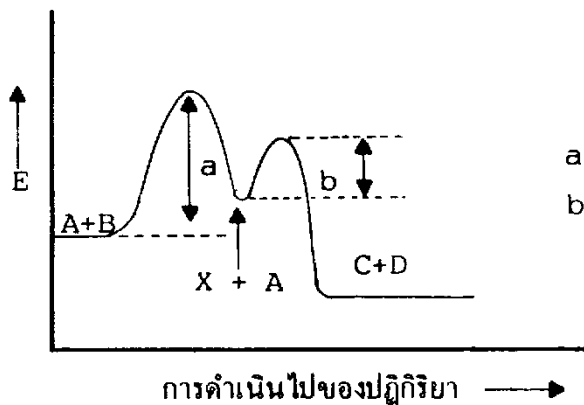
ในกรณีที่ขั้นตอนย่อยเกิดขึ้นหลายขั้น แต่ละขั้นตอนย่อยจะมีพลังงานก่อกัมมันต์หรือพลังงานกระตุ้นประจำขั้น ขั้นตอนที่เกิดช้าจะมีพลังงานก่อกัมมันต์สูงที่สุด ซึ่งถือว่าเป็นพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา

ดังเช่น กรณี $2A + B \rightarrow C + D$ เมื่อมีกลไกของการเกิดปฏิกิริยาต่างๆ กันจะมีลักษณะกราฟแสดงการดำเนินไปของปฏิกิริยาดังนี้

(I) เกิดขึ้นเพียงขั้นตอนเดียว จะมีพลังงานก่อกัมมันต์หรือพลังงานกระตุ้นเพียงค่าเดียวและเป็นพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา



(II) เกิดขึ้น 2 ขั้นตอน จะมีพลังงานงานก่อกัมมันต์ 2 ค่า เนื่องจากขั้นแรกเกิดช้า จึงมีพลังงานก่อกัมมันต์สูงกว่าขั้นที่ 2

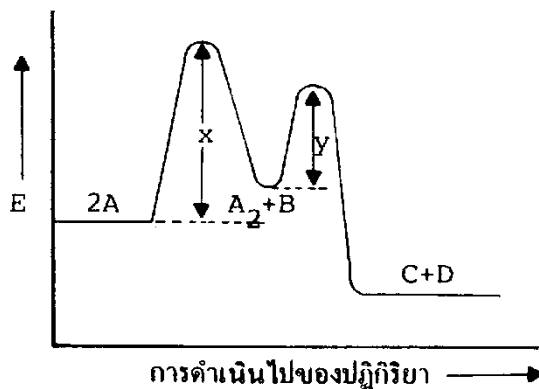


a = พลังงานก่อกัมมันต์ของขั้นแรก

b = พลังงานก่อกัมมันต์ของขั้นที่ 2

เนื่องจากขั้นย่อยที่เกิดช้า เป็นขั้นตัดสินอัตราการเกิดปฏิกิริยา ดังนั้น a จึงเป็นพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา

(III) เกิด 2 ขั้นตอนเช่นเดียวกัน ลักษณะกราฟจึงคล้ายกัน



x = พลังงานก่อกัมมันต์ของขั้นแรก

y = พลังงานก่อกัมมันต์ของขั้นที่ 2

ขั้นตอนแรกเกิดช้า ดังนั้น x จึงเป็นพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา

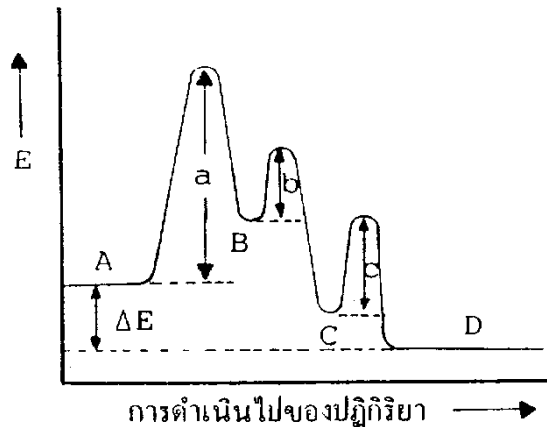
ในกรณีที่ขั้นตอนย่อยเกิดขึ้นมากกว่า 2 ขั้นตอน ก็จะมีพลังงานก่อกัมมันต์มากกว่า 2 ค่า จำนวนขั้นตอนย่อยจะเท่ากับจำนวนพลังงานก่อกัมมันต์ ดังเช่น ปฏิกิริยา

$A \rightarrow B$ เกิดช้าที่สุด

$B \rightarrow C$ เกิดเร็วที่สุด

$C \rightarrow D$ เกิดเร็วปานกลาง

กฎอัตราเร็วจะเป็นดังนี้ $R = k[A]$ ทั้งนี้เพราะขั้น $A \rightarrow B$ เกิดช้าที่สุด และในขั้นที่ช้าที่สุดนี้มี A เพียงโมเลกุลเดียว อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงขึ้นกับ A เพียง 1 โมเลกุล เขียนกราฟได้ดังนี้



พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา คือ a ซึ่งเป็นพลังงานก่อกัมมันต์ของขั้นย่อยขั้นแรกที่เกิดช้าที่สุดนั่นเอง

โดยสรุป

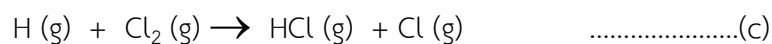
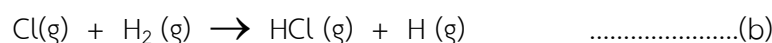
1. กลไกของปฏิกิริยา หมายถึง ขั้นตอนต่างๆ ของการเกิดปฏิกิริยา ปฏิกิริยาเคมีหนึ่งๆ อาจจะมีขั้นตอนของการเกิดปฏิกิริยาเพียง 1 ขั้นตอน แต่ปฏิกิริยาบางชนิดอาจเกิดขั้นหลายขั้นตอน แต่ละขั้นตอนเรียกว่า ขั้นย่อยของปฏิกิริยา

2. ทุกๆ ขั้นย่อย จะมีพลังงานก่อกัมมันต์ หรือพลังงานกระตุ้นประจำขั้น และมีค่าต่างๆ กัน ขั้นตอนย่อยที่สำคัญที่สุดคือ ขั้นตอนที่เกิดช้าที่สุด ซึ่งจะมีพลังงานก่อกัมมันต์มากที่สุด เรียกว่า ขั้นตัดสินอัตราการเกิดปฏิกิริยา กฎอัตราเร็วจะได้มาจากขั้นย่อยที่เกิดช้าที่สุดนี้

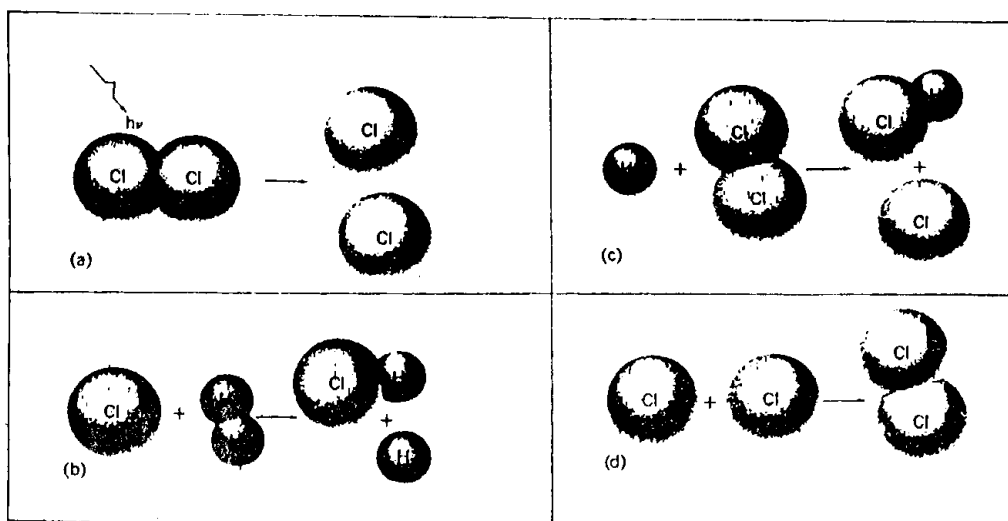
3. โดยทั่วๆ ไปเมื่อทราบกลไกของปฏิกิริยา จะสามารถหากฎอัตราเร็วได้ และในทางตรงกันข้าม ถ้าทราบกฎอัตราเร็วก็สามารถเขียนกลไกของปฏิกิริยาได้เช่นเดียวกัน

ตัวอย่างของกลไกของปฏิกิริยา

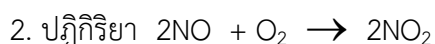
1. ปฏิกิริยา $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g)$ เขียนกลไกของปฏิกิริยาได้ดังนี้



ปฏิกิริยานี้มี 4 ขั้นตอน ตั้งแต่ (a) - (d) จัดว่าเป็นกลไกของปฏิกิริยาลูกโซ่ โดยเริ่มต้นจากขั้น (a) จนถึงขั้น (d) แล้วจะวนกลับไปขั้น (a) ใหม่ต่อเนื่องกันไป



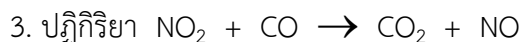
รูปที่ 1 กลไกของการเกิดปฏิกิริยา $\text{H}_2 + \text{Cl} \xrightarrow{\text{แสง}} 2\text{HCl}$



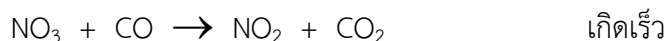
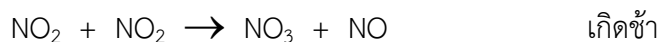
มีกลไกของปฏิกิริยาเป็น



มีกฎอัตราเป็น $R = k [\text{NO}]^2 [\text{O}_2]$



ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 500 K มีกลไกของปฏิกิริยาดังนี้



มีกฎอัตราเป็น $R = k [\text{NO}_2]^2$

2. การอธิบายผลของอุณหภูมิต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าโดยทั่วไป อุณหภูมิจะมีผลโดยตรงต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา ถ้าอุณหภูมิต่ำ ปฏิกิริยาจะเกิดช้า และถ้าอุณหภูมิสูงปฏิกิริยาจะเกิดเร็ว

พิจารณาตัวอย่างต่อไปนี้

1. ปฏิกิริยาระหว่างลวดแมกนีเซียม (หรือฟอยเหล็ก) กับ O_2 ในอากาศ ซึ่งจะได้เป็นแมกนีเซียมออกไซด์ ตามสมการ $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO} + \text{พลังงาน}$

ที่อุณหภูมิห้อง ปฏิกิริยาจะเกิดช้ามาก แต่ถ้า เพิ่มอุณหภูมิให้กับปฏิกิริยา โดยการนำลวด Mg เผาโดยตรงในเปลวไฟ จะพบว่า ปฏิกิริยาเกิดขึ้นทันทีที่ได้เป็น MgO และจะเกิดต่อเนื่องกันไปถึงแม้ว่าจะนำลวด Mg ออกจากเปลวไฟแล้วก็ตาม Mg จะติดไฟจนหมด การที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากเมื่อ Mg รวมกับ O_2 จะคายความร้อนออกมาจำนวนหนึ่ง ความร้อนที่คายออกมานี้จะช่วยให้ปฏิกิริยาดำเนินต่อไปได้เอง

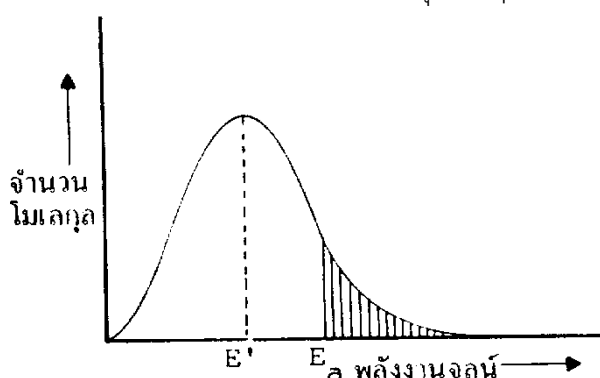
2. ปฏิกิริยาระหว่าง H_2 กับ O_2 ได้เป็น H_2O ตามสมการ $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

ปฏิกิริยานี้ มีพลังงานก่อกัมมันต์ หรือพลังงานกระตุ้นค่อนข้างสูง ทำให้ปฏิกิริยาเกิดยาก ที่อุณหภูมิห้อง จึงไม่เกิดปฏิกิริยา แต่ถ้าเพิ่มอุณหภูมิให้แก่วัสดุ โดยการจุดไฟเผาก๊าซผสม $\text{H}_2 + \text{O}_2$ จะพบว่าเกิดปฏิกิริยาได้ H_2O ทันที

จากตัวอย่างของทั้งสองปฏิกิริยา แสดงให้เห็นว่า อุณหภูมิมีผลโดยตรงต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา การเพิ่มอุณหภูมิทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น ในแง่ของทฤษฎีจลน์และทฤษฎีการชนกันของโมเลกุลสามารถอธิบายผลของอุณหภูมิได้ดังนี้

ตามทฤษฎีจลน์เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น จะทำให้โมเลกุลของก๊าซเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงขึ้น ซึ่งเป็นผลให้มีพลังงานในตัวเองสูงขึ้น การที่โมเลกุลเคลื่อนที่เร็วขึ้น จะทำให้มีโอกาสชนกันมากขึ้น ดังนั้นอัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงย่อมจะมีโอกาสสูงขึ้นด้วย โดยทั่วไปเมื่ออุณหภูมิของระบบเพิ่มขึ้นประมาณ 10°C อัตราการชนกันของโมเลกุลจะเพิ่มขึ้นประมาณ $\frac{1}{100}$ เท่า แต่อัตราการเกิดปฏิกิริยาจะเพิ่มขึ้นประมาณ 2 - 3 เท่า แสดงว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่เพิ่มขึ้นไม่ใช่เป็นเพราะโมเลกุลมีโอกาสชนกันมากขึ้นเท่านั้น ต้องคำนึงถึงพลังงานของโมเลกุลที่เข้ามาชนกันด้วย คือโมเลกุลที่เข้ามาชนกันจะต้องมีพลังงานในตัวเองสูงพอที่จะเกิดปฏิกิริยาได้ และต้องชนกันในทิศทางที่เหมาะสมด้วย

เนื่องจากโมเลกุลแต่ละตัว เคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่างๆ กัน บางโมเลกุลเคลื่อนที่เร็วจะมีพลังงานสูง บางโมเลกุลเคลื่อนที่ช้าจะมีพลังงานต่ำ ดังนั้นโมเลกุลใหญ่จึงมีพลังงานไม่เท่ากัน (แต่เท่ากับพลังงานเฉลี่ยตามทฤษฎีจลน์) เมื่อนำมาเขียนกราฟเพื่อแสดงการกระจายพลังงานของโมเลกุลต่างๆ จะได้ดังนี้



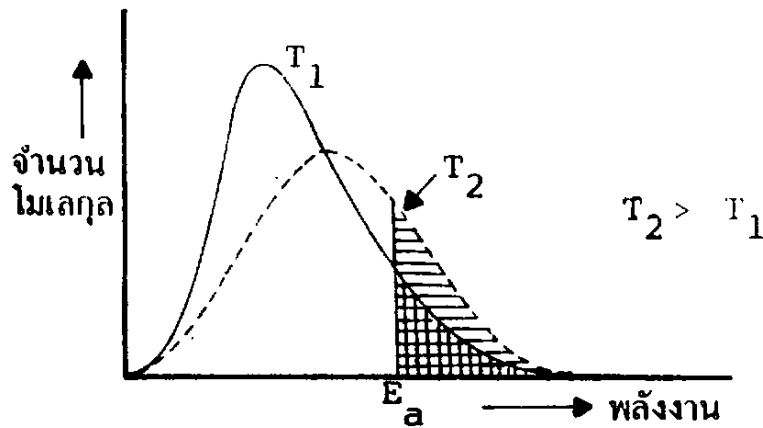
รูปที่ 2 กราฟแสดงการกระจายพลังงานจลน์ของโมเลกุลของก๊าซ

E_a คือ พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา

E' คือ พลังงานจลน์เฉลี่ย

จะเห็นว่าโมเลกุลส่วนใหญ่ จะมีพลังงานเท่ากับพลังงานจลน์เฉลี่ย ซึ่งมีค่าน้อยกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ โมเลกุลส่วนน้อยที่มีพลังงานค่อนข้างต่ำ และโมเลกุลจำนวนน้อยเช่นเดียวกัน ที่มีพลังงานในตัวเองสูงๆ โดยเฉพาะที่มีพลังงานเท่ากับหรือมากกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ (คือส่วนที่แรเงา) โมเลกุลที่มีพลังงานสูงๆ เช่น พวกที่มีพลังงานมากกว่าพลังงานกระตุ้น เมื่อชนกันในทิศทางที่เหมาะสมจะทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ โมเลกุลอื่นๆ ที่มีพลังงานต่ำเมื่อชนกันจะไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยา ดังนั้นอัตราการชนกันของโมเลกุลจึงมากกว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยา

เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น โมเลกุลจะมีพลังงานในตัวเองสูงขึ้น ลักษณะของกราฟที่แสดง การกระจายพลังงานจลน์ของโมเลกุล จะเบี่ยงเบนมาทางขวา ดังในรูป



รูปที่ 3 การกระจายพลังงานจลน์ของโมเลกุลของก๊าซที่อุณหภูมิต่างกัน

-  แทนโมเลกุลที่มีพลังงานเท่ากับหรือมากกว่า E_a ที่อุณหภูมิต่ำ (T_1)
 แทนโมเลกุลที่มีพลังงานเท่ากับหรือมากกว่า E_a ที่อุณหภูมิสูง (T_2)

จากกราฟจะเห็นได้ว่า พื้นที่ใต้กราฟทางด้านขวาของ E_a (ส่วนที่แรเงาไว้) ณ อุณหภูมิ T_1 มีค่าน้อยกว่าพื้นที่ของอุณหภูมิ T_2 แสดงว่าที่อุณหภูมิ T_1 จำนวนโมเลกุลที่มีพลังงานสูงๆ มีน้อยกว่าที่อุณหภูมิ T_2 โดยทั่วไปโมเลกุลที่มีพลังงานสูงๆ (มากกว่าหรือเท่ากับพลังงานกระตุ้น) เมื่อชนกันจะทำให้เกิดปฏิกิริยาได้ ดังนั้นที่อุณหภูมิ T_1 จึงเกิดปฏิกิริยาช้ากว่าที่อุณหภูมิ T_2

ดังนั้นการเพิ่มอุณหภูมิทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น ก็เพราะว่าการเพิ่มอุณหภูมิเป็นการเพิ่มจำนวนโมเลกุลที่มีพลังงานสูงๆ ให้มากขึ้น โมเลกุลที่เพิ่มขึ้นเหล่านี้เมื่อชนกันจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น

อย่างไรก็ตาม อุณหภูมิไม่ได้มีส่วนเกี่ยวข้องกับพลังงานก่อกัมมันต์ ไม่ว่าจะเพิ่มอุณหภูมิสูงหรือต่ำพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาหนึ่งๆ จะมีค่าคงที่ (นอกจากกรณีที่การเพิ่มอุณหภูมิทำให้กลไกของปฏิกิริยาเปลี่ยนไป ซึ่งอาจจะเป็นผลทำให้พลังงานก่อกัมมันต์เปลี่ยนแปลงไปด้วย) จะเห็นได้จากกราฟแสดงการกระจายพลังงานจลน์ของโมเลกุลของก๊าซที่อุณหภูมิต่างกัน ค่า E_a จะเท่ากัน แต่จำนวนโมเลกุลที่มีพลังงานสูงๆ จะไม่เท่ากัน

ถึงแม้ว่าอุณหภูมิจะไม่มีผลต่อค่าพลังงานกระตุ้น แต่ก็สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และพลังงานกระตุ้นได้

$$\log k = -\frac{E_a}{2.303RT} + C$$

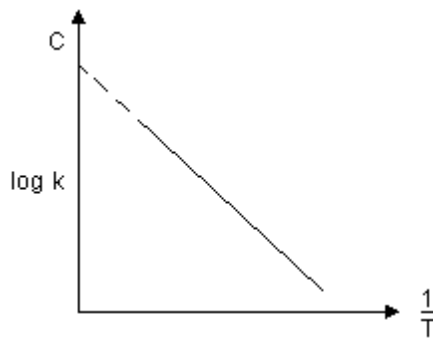
$$\text{หรือ} \quad \ln k = -\frac{E_a}{RT} + C'$$

E_a = พลังงานก่อกัมมันต์หรือพลังงานกระตุ้น

k = ค่าคงที่อัตราเร็วของปฏิกิริยา (ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ)

R = ค่าคงที่ของก๊าซ, T = อุณหภูมิเคลวิน, C, C' = ค่าคงที่

ลักษณะของความสัมพันธ์ดังกล่าว เป็นไปตามสมการเส้นตรง ($y = ax + b$) ดังนั้นเมื่อเขียนกราฟระหว่าง $\log k$ กับ $1/T$ จะได้กราฟเส้นตรงที่มีความชัน (slope) เท่ากับ $-\frac{E_a}{2.303R}$ และมีจุดตัด (intercept) เท่ากับ C



รูปที่ 4 กราฟระหว่าง $\log k$ กับ $1/T$

จากค่าของความชัน จะสามารถคำนวณค่า E_a ของปฏิกิริยาได้

นอกจากจะหาค่า E_a จากกราฟดังกล่าวแล้ว อาจหาค่า E_a ของปฏิกิริยาใดๆ ได้โดยการเปรียบเทียบค่า $\log k$ ของ 2 อุณหภูมิ แล้วใช้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$\frac{\log k_2}{\log k_1} = -\frac{E_a}{2.303R} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

หรือ

$$\frac{\log k_2}{\log k_1} = -\frac{E_a}{2.303R} \left(\frac{T_2 - T_1}{T_1 T_2} \right)$$

สรุปผลของอุณหภูมิต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา

1. การเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น เพราะทำให้จำนวนโมเลกุลที่มีพลังงานมากกว่าหรือเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์มีจำนวนมากขึ้น ซึ่งเมื่อชนกันจึงทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น
2. พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาหนึ่งๆ มีค่าคงที่ ไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ ไม่ว่าอุณหภูมิจะเพิ่มหรือลด พลังงานก่อกัมมันต์จะเท่าเดิม (พลังงานก่อกัมมันต์จะลดลงเมื่อมีการเติมตัวเร่งปฏิกิริยาลงไป)
3. จำนวนโมเลกุลทั้งหมดที่อุณหภูมิต่างๆ จะเท่ากัน คือพื้นที่ใต้กราฟที่แสดงการกระจายพลังงานจลน์ของโมเลกุลของก๊าซที่อุณหภูมิต่างกันจะต้องเท่ากัน
4. อุณหภูมิสามารถทำให้กลไกของปฏิกิริยาเปลี่ยนแปลงไปได้

3. การอธิบายผลของตัวเร่งปฏิกิริยาต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมี

การที่จะทำให้ปฏิกิริยาเคมีหนึ่งๆ เกิดได้เร็วขึ้น อาจทำได้หลายอย่าง เช่น เพิ่มความเข้มข้น เพิ่มอุณหภูมิ หรือการเพิ่มพื้นที่ผิว นอกจากนี้ปฏิกิริยาบางชนิดยังสามารถทำให้เกิดเร็วขึ้นได้ โดยการเติมตัวเร่งปฏิกิริยา ที่เหมาะสมลงไป

เช่นปฏิกิริยาระหว่าง KMnO_4 (aq) กับ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (aq) ในสารละลายกรด H_2SO_4 นอกจากจะทำให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้นโดยการเพิ่มอุณหภูมิแล้ว ยังอาจจะทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้นโดยการใส่ตัวเร่งปฏิกิริยาลงไป ทั้งนี้ทำได้โดยไม่ต้องเพิ่มอุณหภูมิ กล่าวคือที่อุณหภูมิห้อง KMnO_4 และ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ จะทำปฏิกิริยากันช้ามาก แต่ถ้าเติม MnCl_2 ลงไปเล็กน้อย Mn^{2+} จะทำหน้าที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น การที่เป็นเช่นนี้เพราะตัวเร่งปฏิกิริยาช่วยทำให้พลังงานก่อกัมมันต์ลดลง โดยที่ตัวเร่งปฏิกิริยาอาจจะมีส่วนร่วมในการเกิดปฏิกิริยาโดยตรง หรือโดยอ้อมก็ได้

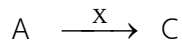
1. ตัวเร่งปฏิกิริยามีส่วนร่วมในการเกิดปฏิกิริยาโดยตรง โดยเข้าไปทำปฏิกิริยากับสารตั้งต้นบางชนิดทำให้ปฏิกิริยาดำเนินไปตามเส้นทางใหม่ กลไกของปฏิกิริยาเปลี่ยนไป โดยเกิดเป็นขั้นย่อยหลายๆ ขั้น

2. ตัวเร่งปฏิกิริยามีส่วนร่วมในการเกิดปฏิกิริยาทางอ้อม เช่นเข้าไปรวมกับสารตั้งต้นบางชนิด ทำให้เกิดการจัดโครงสร้างของสารใหม่ ที่อยู่ในสภาพเหมาะสม พร้อมทั้งจะเกิดปฏิกิริยา หรือช่วยในการจัดทิศทางของการชนของโมเลกุลให้เหมาะสม

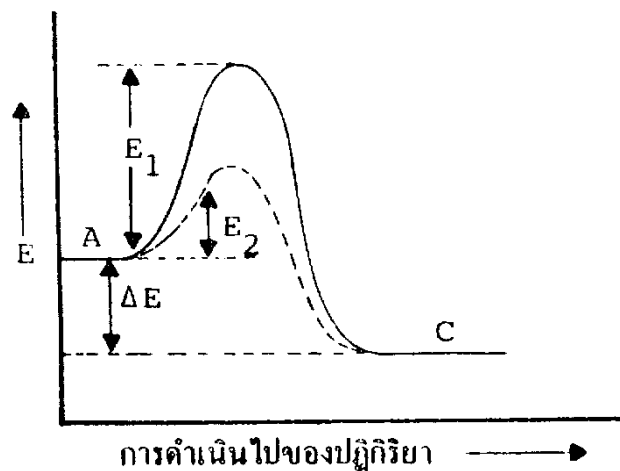
ทั้ง 2 กรณี จะทำให้พลังงานก่อกัมมันต์หรือพลังงานกระตุ้นของระบบลดลง

ลักษณะของการดำเนินไปของปฏิกิริยาเมื่อมีตัวเร่งปฏิกิริยาเปรียบเทียบกับเมื่อไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา อาจจะแสดงได้ด้วยกราฟดังนี้

ก. ปฏิกิริยาการสลายตัวของ A เป็น C โดยมี X เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา



ถ้า X เพียงแต่เข้าไปรวมกับ A เพื่อจัดโครงสร้างของ A ให้เหมาะสมแก่การเกิดปฏิกิริยา โดยไม่ได้ทำให้เกิดเส้นทางใหม่ ปฏิกิริยาจะเกิดเพียงขั้นตอนเดียว เขียนเป็นสมการได้ดังนี้



รูปที่ 5 เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของพลังงานระหว่างมีและไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา

E_1 = พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาเมื่อไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา

E_2 = พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาเมื่อมีตัวเร่งปฏิกิริยา

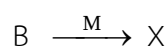
ΔE = พลังงานของปฏิกิริยา

จะเห็นได้ว่า

1. พลังงานก่อกัมมันต์ ของปฏิกิริยาที่มีตัวเร่งปฏิกิริยา จะต่ำกว่าที่ไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา จึงทำให้ปฏิกิริยาเกิดได้เร็วขึ้น

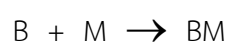
2. พลังงานของปฏิกิริยา (ΔE) มีค่าคงที่เท่าเดิม ไม่ว่าจะใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาหรือไม่ก็ตาม ทั้งนี้เพราะตัวเร่งปฏิกิริยาเพียงทำให้พลังงานก่อกัมมันต์ลดลงเท่านั้น ไม่ได้ทำให้พลังงานของสารตั้งต้นและผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลง

ข. ปฏิกิริยาสลายตัวของ B ไปเป็น X โดยมี M เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

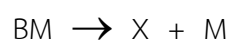


M มีส่วนร่วมในปฏิกิริยาโดยตรงทำให้ปฏิกิริยาดำเนินไปตามเส้นทางใหม่ มีหลายขั้นตอนย่อย แต่ละขั้นตอนมีพลังงานกระตุ้นต่ำกว่าเดิม

ตัวอย่างกลไกของปฏิกิริยา



เกิดช้า

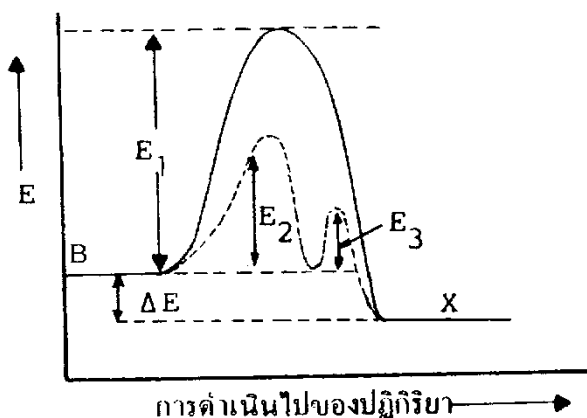


เกิดเร็ว

ปฏิกิริยารวม $B + M \rightarrow X + M$

จะเห็นว่า M เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เริ่มต้นใช้เท่าใด เมื่อปฏิกิริยาลิ้นสุดจะได้กลับคืนมาเท่านั้น
เขียนสมการใหม่เป็น $B \xrightarrow{M} X$

เปรียบเทียบกับกรณีไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา ซึ่งเกิดเพียงขั้นตอนเดียว และมีพลังงานกระตุ้นสูง เขียนกราฟได้ดังนี้



รูปที่ 6 การเปลี่ยนแปลงพลังงานเมื่อเติมตัวเร่งปฏิกิริยา

E_1 = พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา เมื่อไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา

E_2 = พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา เมื่อมีตัวเร่งปฏิกิริยาของขั้นแรก

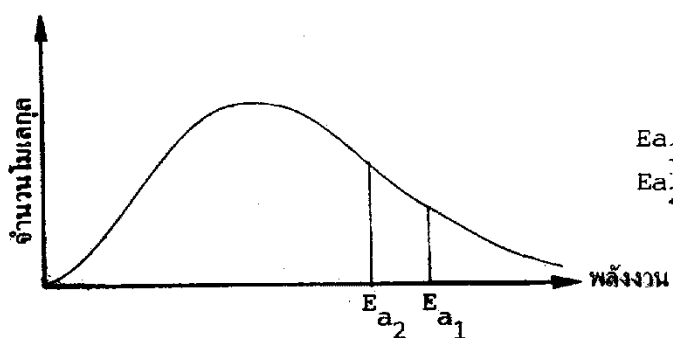
E_3 = พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา เมื่อมีตัวเร่งปฏิกิริยาของขั้นที่สอง

จากกราฟจะเห็นได้ว่า $E_2 > E_3$ เนื่องจากขั้นแรกของปฏิกิริยาที่มีตัวเร่งปฏิกิริยาเกิดช้ากว่าขั้นที่ 2 พลังงานก่อกัมมันต์จึงสูงกว่า

ในกรณีนี้ E_2 คือพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาเมื่อมีตัวเร่งปฏิกิริยา

จะเห็นได้ว่าเมื่อมีตัวเร่งปฏิกิริยา พลังงานก่อกัมมันต์จะลดลงเสมอ

ในแง่ของการกระจายพลังงานของโมเลกุล เมื่อเติมตัวเร่งปฏิกิริยาลงไปจะได้ดังนี้



E_{a1} = พลังงานก่อกัมมันต์เมื่อไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา

E_{a2} = พลังงานก่อกัมมันต์เมื่อมีตัวเร่งปฏิกิริยา

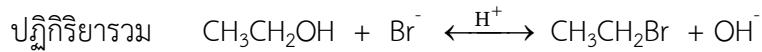
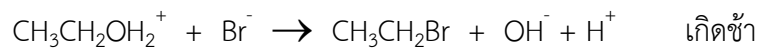
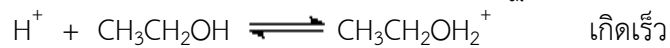
รูปที่ 7 การกระจายพลังงานของโมเลกุลเมื่อมีตัวเร่งปฏิกิริยา

E_{a1} = พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา เมื่อไม่มีตัวเร่งปฏิกิริยา

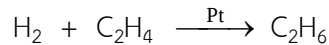
E_{a2} = พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา เมื่อมีตัวเร่งปฏิกิริยา

การที่พลังงานก่อกัมมันต์ลดลง ทำให้ระบบมีจำนวนโมเลกุลที่มีพลังงานสูงๆ มากขึ้น จึงชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยาได้ง่ายขึ้น

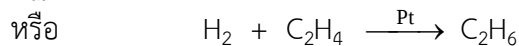
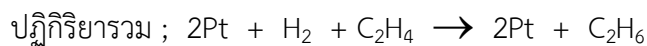
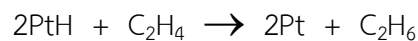
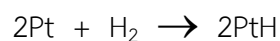
ตัวอย่างของ KMnO_4 กับ $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ โดยใช้ Mn^{2+} เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นลักษณะของตัวเร่งปฏิกิริยาเนื้อเดียว หรือกรณี Br^- กับ $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ โดยใช้ H^+ เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ก็เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเนื้อเดียวเช่นกัน



ในกรณีที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเนื้อผสม เช่น

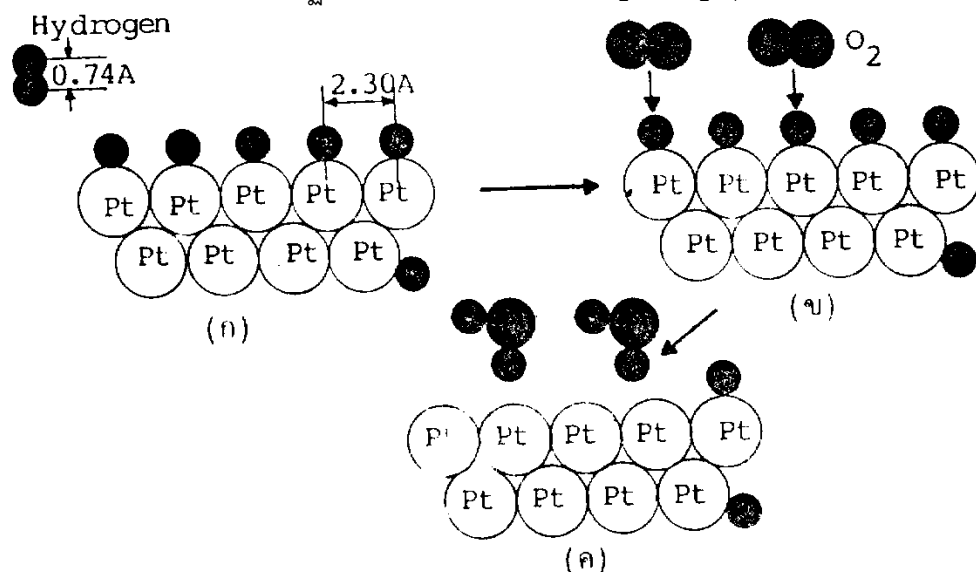


ปฏิกิริยาจะเกิดที่ผิวของ Pt ซึ่งเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โดย Pt จะรวมกับ H_2 ทำให้พันธะในโมเลกุล H_2 สลายตัวออก ได้เป็นไฮโดรเจนอะตอมเกาะอยู่ที่ผิวของ Pt อะตอมของไฮโดรเจนจะว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา มาก จึงรวมตัวกับ C_2H_4 ต่อไป ได้เป็น C_2H_6 พร้อมกับปล่อย Pt กลับคืนมา



อีกตัวอย่างหนึ่งของตัวเร่งปฏิกิริยาเนื้อผสม ได้แก่ ปฏิกิริยาระหว่าง H_2 กับ O_2 โดยมี Pt เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

ลักษณะของการเกิดปฏิกิริยาจะเหมือนกับกรณี H_2 กับ C_2H_4

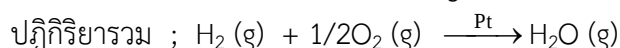
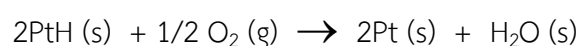
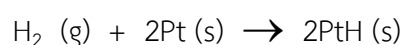


รูปที่ 8 ปฏิกิริยา $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ เมื่อมี Pt เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

ขั้นแรก (ก) ไฮโดรเจนโมเลกุลจะแตกตัวออกกลายเป็นอะตอมเกาะที่ผิวของ Pt

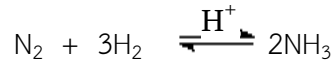
ขั้นที่สอง (ข) ออกซิเจนโมเลกุลจะเข้ามาจับไฮโดรเจนอะตอมจากผิวของ Pt กลายเป็นไอน้ำ

ขั้นที่สาม (ค) ทำให้ผิวของ Pt พร้อมที่รับอะตอมไฮโดรเจนอีก เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อเนื่องกันไป



สำหรับตัวเร่งปฏิกิริยาที่เป็นเอนไซม์ก็เช่นเดียวกัน โดยเอนไซม์จะรวมกับสารตั้งต้น เรียกว่า substrate แล้วจึงกลายเป็นผลิตภัณฑ์

ในกระบวนการอุตสาหกรรมต่างๆ ส่วนมากใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น เช่น ใช้ Fe เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการเตรียม NH_3



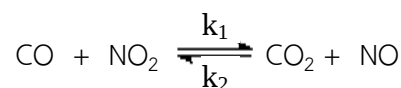
ใช้ SiO_2 และ Al_2O_3 ในกระบวนการแตกสลายของไฮโดรคาร์บอนในการกลั่นน้ำมัน เป็นต้น อย่างไรก็ตามการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาในอุตสาหกรรมต้องคำนึงถึงปัจจัยหลายอย่างเพื่อการประหยัดด้วย เช่น ความปลอดภัยในการใช้ การแยกตัวเร่งปฏิกิริยาออกจากผลิตภัณฑ์และราคา ของตัวเร่งปฏิกิริยา เป็นต้น

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าคงที่สมดุล [K] กับค่าคงที่อัตราเร็ว [k]

ค่าคงที่สมดุลมีความสัมพันธ์กับค่า k ตามลักษณะของปฏิกิริยาเกิดขึ้น ดังในตัวอย่างต่อไปนี้

ก. ปฏิกิริยา $\text{CO} + \text{NO}_2 \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{NO}$ ที่อุณหภูมิมากกว่า 500 K พบว่าเป็นปฏิกิริยาอันดับหนึ่งในแง่ของ CO และ NO_2 โดยเกิดปฏิกิริยาเพียงขั้นเดียว

ถ้า k_1 และ k_2 เป็นค่าคงที่ อัตราเร็วของปฏิกิริยาไปข้างหน้า และปฏิกิริยาย้อนกลับตามลำดับ



อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า = $k_1 [\text{CO}] [\text{NO}_2]$

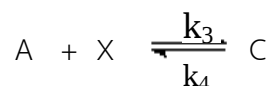
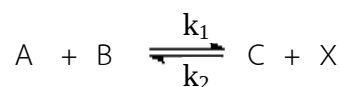
อัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ = $k_2 [\text{CO}_2] [\text{NO}]$

ที่ภาวะสมดุล อัตราการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า เท่ากับ อัตราการเกิดปฏิกิริยาย้อนกลับ

$$k_1 [\text{CO}] [\text{NO}_2] = k_2 [\text{CO}_2] [\text{NO}]$$

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{[\text{CO}_2][\text{NO}]}{[\text{CO}][\text{NO}_2]} = K$$

ข. ในปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นหลายขั้นตอน เช่น $2\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons 2\text{C}$ ขั้นย่อยเป็นดังนี้



ปฏิกิริยารวม ; $2\text{A} + \text{B} \rightleftharpoons 2\text{C}$ ในทำนองเดียวกับข้อ ก.

ขั้นย่อยแรก $k_1 [\text{A}] [\text{B}] = k_2 [\text{C}] [\text{X}] \dots\dots\dots (1)$

ขั้นย่อยที่สอง $k_3 [\text{A}] [\text{X}] = k_4 [\text{C}] \dots\dots\dots (2)$

$$(1) \times (2); \quad k_1 k_3 [\text{A}]^2 [\text{B}] = k_2 k_4 [\text{C}]^2 \quad \text{หรือ} \quad \frac{k_1 k_3}{k_2 k_4} = \frac{[\text{C}]^2}{[\text{A}]^2 [\text{B}]} = K$$

ตัวอย่างที่ 1 เมื่อวางหลอด Mg ที่ทิ้งไว้ในอากาศ Mg จะทำปฏิกิริยากับ O_2 ในอากาศอย่างช้าๆ

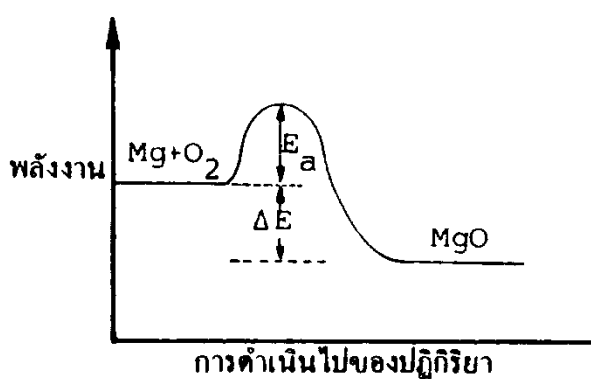
เป็นแมกนีเซียมออกไซด์ แต่ถ้าเผาโลหะ Mg โลหะ Mg จะลุกไหม้ทำปฏิกิริยากับ O_2 ในอากาศอย่างรวดเร็วได้แมกนีเซียมออกไซด์

- ก. พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาทั้งสองระบบนี้เท่ากันหรือไม่ เพราะเหตุใด
- ข. เหตุใดปฏิกิริยาในระบบหลังจึงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วกว่าระบบแรก
- ค. ให้เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง พลังงานกับการดำเนินไปของปฏิกิริยาทั้งสองระบบ พร้อมทั้งระบุ ด้วยว่า ช่วงใดเป็นพลังงานที่เปลี่ยนแปลงไปในปฏิกิริยา

วิธีทำ ก. พลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยาทั้งสองมีค่าเท่ากัน เพราะพลังงานก่อกัมมันต์มีค่าคงที่ ไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

ข. ปฏิกิริยาในระบบหลัง เกิดเร็วกว่าในระบบแรก เพราะอุณหภูมิของระบบเพิ่มขึ้น การเพิ่มอุณหภูมิเป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น

- ค. ทั้งสองระบบมีกราฟแสดงการดำเนินไปของปฏิกิริยาเหมือนกันดังนี้



E_a = พลังงานก่อกัมมันต์

ΔE = พลังงานของปฏิกิริยา หรือพลังงานที่

เปลี่ยนแปลงไปในปฏิกิริยา ซึ่งเป็นประเภทคายความร้อน

ตัวอย่างที่ 2 พิจารณาปฏิกิริยาระหว่างก๊าซ NO กับ H_2 ซึ่งบรรจุอยู่ในภาชนะที่อุณหภูมิห้อง เมื่อเผาให้ร้อนจะเกิดปฏิกิริยาตามสมการ $2NO(g) + 2H_2(g) \rightarrow N_2(g) + 2H_2O(g)$

การเปลี่ยนแปลงสิ่งต่อไปนี้มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาอย่างไร

- ก. ลดปริมาณของระบบลงครึ่งหนึ่ง
- ข. เพิ่มจำนวนโมเลกุลของก๊าซ NO เป็น 2 เท่า

วิธีทำ ก. การลดปริมาตรของระบบ เป็นการเพิ่มความดันซึ่งก็คือการเพิ่มความเข้มข้นของสารทุกตัวในระบบ ดังนั้นทั้ง NO และ H_2 จะมีความเข้มข้นมากขึ้น อัตราการเกิดปฏิกิริยาจึงควรเกิดเร็วขึ้น

ข. การเพิ่มจำนวนโมเลกุลของ NO ทำให้ อัตราการชนเพิ่มขึ้น ซึ่งอาจจะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้น

ทั้ง 2 กรณีเป็นเพียงการสันนิษฐานตามลักษณะทั่วไป เท่านั้น การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นอาจจะไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยาเลยก็ได้ ถ้าทราบกฎอัตราเร็ว หรือทราบกลไกของปฏิกิริยาก็จะสามารถคำนวณอัตราการเกิดปฏิกิริยาได้ และถ้าต้องการทราบผลอย่างแน่นอนก็ต้องทดลอง

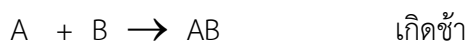
ตัวอย่างที่ 3 ในปฏิกิริยาต่อไปนี้ $2A + B \rightarrow C$

ถ้ากฎอัตราเร็วเป็น $R = k [A] [B]$ จงเขียนกลไกของปฏิกิริยาที่อาจจะเป็นไปได้

วิธีทำ จากกฎอัตราเร็ว จะเห็นได้ว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับสารตั้งต้นทั้ง 2 ชนิด คือ A และ B อย่างละ 1 โมเลกุล แต่จากสมการที่กำหนดให้ สารตั้งต้นประกอบด้วย A 2 โมเลกุล และ B 1 โมเลกุล แสดงว่า A ซึ่งมีอยู่ 2 โมเลกุลนั้นจะใช้ในการบังคับอัตราการเกิดปฏิกิริยาเพียง 1 โมเลกุลเท่านั้นอีก 1 โมเลกุลจะไม่มีผลต่ออัตราการเกิดปฏิกิริยา ดังนั้นกลไกของปฏิกิริยาจึงควรมีมากกว่า 1 ขั้น

เนื่องจากกฎอัตราเร็วมี A และ B อย่างละ 1 โมเลกุล ดังนั้นในขั้นย่อยที่เกิดช้าที่สุดจะต้องมี A และ B อย่างละ 1 โมเลกุล ทำปฏิกิริยากัน

กลไกของปฏิกิริยาอาจจะเป็นดังนี้



ตัวอย่างที่ 4 จากการศึกษาอัตราการเกิดปฏิกิริยาที่ 2 อุณหภูมิของปฏิกิริยา $NO_2 + CO \rightarrow NO + CO_2$ พบว่าให้ผลแตกต่างกันดังนี้

ก. เมื่ออุณหภูมิต่ำ ผลการทดลองพบว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับ NO_2 เพียง 1 โมเลกุลเท่านั้น

ข. เมื่ออุณหภูมิสูง ผลการทดลองพบว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับ NO_2 และ CO อย่างละ 1 โมเลกุล

จงแสดงกฎอัตราเร็วและกลไกของการเกิดปฏิกิริยา

วิธีทำ ก. เนื่องจากอัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับ NO_2 เพียงอย่างเดียว

เพราะฉะนั้น กฎอัตราเร็ว $R = k [NO_2]$

การพิจารณากลไกของปฏิกิริยา

เพราะว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นกับ NO_2 เพียงชนิดเดียว แต่สารตั้งต้นมี 2 ชนิดแสดงว่าการเกิดปฏิกิริยานั้นจะมีขั้นย่อยเกิดขึ้นมากกว่า 1 ขั้น และขั้นย่อยที่เกิดช้าที่สุดจะต้องมี NO_2 เพียงโมเลกุลเดียว กลไกของปฏิกิริยาที่เป็นไปได้คือ



ข. เนื่องจากอัตราการเกิดปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับทั้ง NO_2 และ CO

เพราะฉะนั้น $R = k [NO_2] [CO]$

ปฏิกิริยาจะเกิดเพียงขั้นตอนเดียว โดย NO_2 และ CO มาชนกันแล้วได้ NO และ CO_2

วิชาเคมีเพิ่มเติม	แบบทดสอบก่อนเรียน-หลังเรียน	ประกอบแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5
รหัสวิชา ว 30223	ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 1
เรื่อง สมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยา ตัวหน่วงปฏิกิริยา		

คำชี้แจง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด

1. ข้อความใดถูกต้องที่สุด

ก. การที่โมเลกุลชนกันด้วยทิศทางที่เหมาะสมจะทำให้พลังงานก่อกัมมันต์ลดลง

ข. การเพิ่มความเข้มข้นของสารตั้งต้นทุกครั้ง จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพิ่มขึ้น

ค. ถ้าเพิ่มพื้นที่ผิวของสารตั้งต้นเป็น 2 เท่า จะทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีเพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า

ง. การลดความเข้มข้นเป็นการลดจำนวนอนุภาคที่เมื่อชนกันแล้วมีพลังงานมากพอที่จะเกิดปฏิกิริยาให้น้อยลง

2. จงพิจารณาข้อความต่อไปนี้

1. ณ อุณหภูมิหนึ่งโมเลกุลของก๊าซจะมีพลังงานจลน์ต่างๆ กัน

2. เมื่อโมเลกุลชนกันบางครั้งก็เกิดปฏิกิริยาเคมีบางครั้งก็ไม่เกิด

3. ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีโมเลกุลเมื่อชนกันต้องมีพลังงานอย่างน้อยเท่ากับพลังงานก่อกัมมันต์

แต่ทิศทางของการชนไม่สำคัญ

ข้อความใดถูกต้อง

ข. 2,3

ข. 1 , 2

ค. 1 , 2 , 3

ง. 1 เท่านั้น

3. ในปฏิกิริยาเตรียมก๊าซ H_2 จาก Mg กับสารละลายกรด HCl ดังนี้ $Mg(s) + 2HCl(aq) \rightarrow MgCl_2(aq) + H_2(g)$ เมื่อเพิ่มอุณหภูมิของระบบขึ้น พลังงานก่อกัมมันต์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ข. ลดลง

ข. เพิ่มขึ้น

ค. คงที่

ง. สรุปไม่ได้

4. ข้อใดถูกต้อง

ก. ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นทุกครั้ง เมื่อโมเลกุลที่มาชนกันแล้วมีพลังงานไม่น้อยกว่าพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา

ข. ปฏิกิริยาที่มีพลังงานก่อกัมมันต์ต่ำ จะเกิดเร็วกว่าที่มีพลังงานก่อกัมมันต์สูง

ค. อัตราของปฏิกิริยามักจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความเข้มข้น

ง. ตัวเร่งปฏิกิริยาจะไปเพิ่มพลังงานก่อกัมมันต์ของปฏิกิริยา

5. พลังงานก่อกัมมันต์ หมายถึง

ก. พลังงานน้อยที่สุดที่ต้องใช้เริ่มต้นเกิดปฏิกิริยา

ข. พลังงานจลน์ของอนุภาคที่ชนกันแล้วจะใช้เกิดปฏิกิริยา

ค. พลังงานที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาไปข้างหน้า

ง. พลังงานที่น้อยที่สุดที่เกิดจากอนุภาคชนกันแล้วเกิดปฏิกิริยา

6. ข้อความต่อไปนี้ ไม่ถูกต้อง เกี่ยวกับปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น

ก. การลดพลังงานก่อกัมมันต์ จะทำให้ปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น

ข. การเพิ่มอุณหภูมิจะทำให้ พลังงานจลน์เฉลี่ยของอนุภาคที่ทำปฏิกิริยา เพิ่มขึ้นอีกด้วย

ค. การเพิ่มอุณหภูมิจะเพิ่มอัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีในปฏิกิริยาแบบดูดพลังงานและจะลดอัตราการเกิด เกิดปฏิกิริยาแบบคายพลังงาน

ง. ตัวเร่งปฏิกิริยาจะทำให้เกิดปฏิกิริยาเกิดเร็วขึ้น เนื่องจากตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้ทิศทางการดำเนินไปของปฏิกิริยาเปลี่ยนในลักษณะลดพลังงานก่อกัมมันต์

7. ถ้าปฏิกิริยา $A + B \rightarrow C + D$ เป็นปฏิกิริยาแบบดูดพลังงานและมีค่า $\Delta H = + 30 \text{ KJ/mol}$ ปฏิกิริยานี้จะมีพลังงานก่อกัมมันต์ (E_a) เท่าใด

ก. -30 KJ/mol

ข. น้อยกว่า 30 KJ/mol

ค. มากกว่า 30 KJ/mol

ง. อาจมากกว่า 30 KJ/mol หรือน้อยกว่า 30 KJ/mol และสามารถหาได้จากการทดลองเท่านั้น

8. อัตราการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่เกิดจากสารตั้งต้นเป็นแก๊สขึ้นอยู่กับ

1. อุณหภูมิ 2. ตัวเร่งปฏิกิริยา 3. ความดัน

ก. 2,3

ข. 1 , 2

ค. 1 ,2 ,3

ง. 1 เท่านั้น

9. ข้อใดเป็นปฏิกิริยาที่น่าจะเกิดเร็วที่สุดที่อุณหภูมิห้อง

ก. $\text{CH}_4 (\text{g}) + 2\text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2 (\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O} (\text{g})$

ข. $2\text{H}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} (\text{g})$

ค. $\text{Ag}^+ (\text{aq}) + \text{I}^- (\text{g}) \rightarrow \text{AgI} (\text{s})$

ง. $\text{C}_{25}\text{H}_{52}(\text{g}) + 38\text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 25\text{CO}_2(\text{g}) + 26\text{H}_2\text{O}(\text{g})$

10. พิจารณาปฏิกิริยาต่อไปนี้ $2\text{NO} (\text{g}) + 2\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow \text{N}_2 (\text{g}) + 2\text{H}_2\text{O} (\text{g})$

การเปลี่ยนแปลงใดที่ไม่ทำให้อัตราการเกิดปฏิกิริยาเพิ่มขึ้น

ก. เพิ่มจำนวนโมเลกุลของก๊าซ NO เป็น 2 เท่า ข. เพิ่มอุณหภูมิของระบบ

ค. เพิ่มปริมาตรของระบบ

ง. ใส่ตัวเร่งปฏิกิริยา
